



Universidad  
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Eléctrica

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**I.T.I. Electricidad**

# EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

***AUTOR: Diego Sevilleja Aceituno***

***TUTOR: Fernando Soto Martos***

Leganés, 21 de diciembre de 2011



# ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>3</b>
1.1. Resumen.....	3
1.2. Objetivo.....	3
1.3. Motivación personal.....	4
1.4. Estructura del PFC.....	4
<b>2. Definiciones y conceptos de ahorro y eficiencia energética.....</b>	<b>5</b>
2.1. Eficiencia energética.....	5
2.2. Ahorro energético.....	7
2.3. Indicadores energéticos. Intensidad energética.....	7
2.4. Demanda energética.....	9
2.5. Auditoria energética.....	10
2.6. Otros conceptos relevantes.....	11
2.7. Unidades de energía.....	17
<b>3. La energía.....</b>	<b>18</b>
3.1. Contexto energético internacional.....	19
3.2. Contexto energético español.....	23
<b>4. Los sectores de la economía. El sector industrial.....</b>	<b>25</b>
4.1. Ámbito de aplicación de la eficiencia energética en la industria.....	30
4.2. Agrupaciones de Actividad del sector industrial.....	31
4.2.1. Alimentación, bebidas y tabaco.....	32
4.2.2. Textil, cuero y calzado.....	34
4.2.3. Madera, corcho y muebles.....	35
4.2.4. Pasta, papel e impresión.....	36
4.2.5. Química.....	38
4.2.6. Minerales no metálicos.....	39
4.2.7. Metalurgia y productos metálicos.....	41
4.2.8. Maquinaria y equipo mecánico.....	43
4.2.9. Equipos eléctricos, electrónicos y ópticos.....	44
4.2.10. Resto de la industria manufacturera.....	45
<b>5. ODYSSEE-MURE.....</b>	<b>46</b>
5.1. Objetivos.....	46



5.2.	Resultados esperados.....	47
5.3.	Metodología ODEX.....	47
5.3.1.	Definición general.....	49
5.3.2.	Ahorro de energía.....	49
5.3.3.	Elección del sistema de ponderación.....	50
5.3.4.	Sistema de ponderación en ODEX.....	51
5.3.5.	Año base para el cálculo ODEX: 1990 contra t-1.....	51
5.3.6.	Cálculo de ODEX como un promedio de 3 años movidos.....	52
5.3.7.	Casos de subsectores no considerados en ODEX.....	52
<b>6.</b>	<b>Análisis estadístico. ....</b>	<b>53</b>
6.1.	Energía primaria.....	54
6.2.	Energía final.....	57
6.3.	Industria.....	60
6.3.1.	Evolución energética del sector industrial.....	61
6.3.2.	Evolución energética de las distintas agrupaciones de actividad.....	64
6.3.3.	Consumos unitarios.....	68
6.4.	Índice ODEX.....	74
<b>7.</b>	<b>Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020.....</b>	<b>77</b>
7.1.	Necesidad de un Plan de Acción.....	78
7.2.	Objetivos generales.....	78
7.3.	Medidas específicas en la Industria.....	79
<b>8.</b>	<b>Nueva Directiva Europea.....</b>	<b>80</b>
8.1.	Motivación y objetivos de la propuesta.....	81
8.2.	Disposiciones en vigor.....	82
8.3.	Coherencia con otras políticas y objetivos de la Unión Europea.....	82
<b>9.</b>	<b>Presupuesto.....</b>	<b>84</b>
<b>10.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>85</b>
<b>11.</b>	<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>88</b>
A.	Índice de gráficos.....	91
B.	Índice de tablas.....	92

## **1. Introducción**

### ***1.1. Resumen.***

El presente proyecto tiene por objeto analizar la evolución de la **eficiencia energética** del sector industrial.

Se aborda el tema mediante un método top-down, analizando desde un nivel macroeconómico, pasando por el sector industrial en su conjunto y finalmente para las Agrupaciones de Actividad del sector industrial más intensivas en energía.

En el capítulo 2, se establecen los principales conceptos y definiciones clave para entender todo lo relacionado con la eficiencia y el ahorro energético. Se hace especial hincapié en los más importantes, como son la eficiencia energética, el ahorro energético, los indicadores energéticos, etc.

El capítulo 3 es un capítulo introductorio, en el que se contextualiza el estado energético en el que nos encontramos y las previsiones futuras.

En el capítulo 4 trata, en primera instancia, la división en sectores de nuestra economía. Se analiza superficialmente cada sector con el fin de tener una idea de la estructura de cada uno de ellos. Posteriormente, y siguiendo la división que realiza el Instituto de Ahorro y Diversificación de la energía (IDAE) de la industria española, se analizan las diferentes Agrupaciones de Actividad que conforma el sector industrial. Se destacan los datos referidos a producción industrial, valor añadido y consumo energético de cada agrupación.

El capítulo 5 se centra en el proyecto ODYSSEE-MURE y los **indicadores energéticos** que dispone en su base de datos. Sirven de gran utilidad, especialmente los índices de eficiencia energética ODEX.

El capítulo 6 es el más importante de la memoria. Se analiza, con los datos recogidos en las diferentes fuentes de información (EUROSTAT, MITYC, IDAE...), los diferentes indicadores energéticos de los que se dispone, para poder evaluar correctamente el comportamiento de la eficiencia energética en nuestro país y establecer una comparativa a nivel internacional. Todos los datos y cálculo de intensidad energéticas están recogidos en la aplicación EXCEL, anexa a esta memoria.

En los capítulos 7 y 8 se resume las nuevas medidas adoptadas en materia de eficiencia energética por la Comisión Europea (EC) y el IDAE en colaboración con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC).

Para finalizar se expone el presupuesto del proyecto y unas conclusiones, tanto a nivel técnico, como personal.

### ***1.2. Objetivo.***

El objetivo principal de este Proyecto Fin de Carrera es el análisis, mediante indicadores energéticos, de la evolución de la eficiencia energética en la industria y sus diferentes

Agrupaciones de Actividad, estableciendo una comparativa de España a nivel internacional, para ver en qué situación nos encontramos respecto a países con un mismo nivel de bienestar. Para realizar estas comparativas, ha sido precisa la lectura de distintas publicaciones y estadísticas relacionadas, así como la familiarización con las bases de datos de la Oficina Estadística de la Unión Europea (Eurostat), el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC) y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la energía (IDAE).

Como objetivos secundarios se encuentran:

- Describir lo relacionado con la Eficiencia Energética
- Contextualizar la situación energética en la que nos encontramos
- Conocer los documentos aprobados recientemente, tanto a nivel español como a nivel europeo, sobre la eficiencia energética.

### ***1.3. Motivación personal.***

En estos años en la universidad, he ido adquiriendo los conocimientos técnicos necesarios para ser un futuro ingeniero técnico. Cuando estaba pensando que podía realizar como proyecto fin de carrera, se me presentó la oportunidad de hacerlo sobre la eficiencia energética y me pareció muy atractivo el tema, sobre todo en estos momentos de crisis que vivimos y los peligros que nos acechan con el cambio climático.

Lo primero que me pregunte fue, ¿existe la suficiente concienciación sobre el cambio climático en nuestra sociedad?, ¿Qué es lo que puedo yo aportar?

La industria consume el 30% de energía total y tiene una gran responsabilidad en las emisiones de CO<sub>2</sub> que se generan en la Tierra. Se trata por tanto de un sector estratégico para afrontar las medidas y políticas necesarias de eficiencia energética. Pienso y siento, que nosotros como estudiantes y futuros técnicos, podemos aportar algo, para abordar este problema.

Actualmente, se están llevando a cabo diferentes Planes de Acción en cada país de la Unión Europea, unidos a la Directiva sobre Eficiencia Energética aprobada por la Comisión Europea. Están encaminados a la toma de medidas en los diferentes sectores, para obtener una reducción del consumo energético y de las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero sin la concienciación social no será nada suficiente.

### ***1.4. Estructura del PFC.***

La estructura de la memoria es la siguiente:

- Definiciones e introducción al problema energético.
- Análisis de los sectores de la economía y de la industria en particular.
- Análisis estadístico a nivel macroeconómico e industrial.
- Análisis de los documentos aprobados en materia de eficiencia energética: Plan de Acción 2011-2020 y nueva Directiva Europea sobre Eficiencia Energética.

## **2. Definiciones y conceptos de ahorro y eficiencia energética.**

### ***2.1. Eficiencia energética.***

Cada día se consumen grandes cantidades de energía en todos los ámbitos de la sociedad. Si seguimos gastando tanta energía como hasta ahora, la demanda energética mundial alcanzará niveles ilimitados, seguirán aumentando los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> y esto tendrá un gran impacto medioambiental. [1]

El aumento de la población mundial llevará ligado un aumento del consumo y esto agotará los recursos energéticos afectando también a nuestro clima. Si no cambiamos nada, no seremos capaces de vivir cómodamente, de desplazarnos y transportar nuestras mercancías, sin proteger nuestro clima no podremos sobrevivir. ¿De dónde vamos a obtener la energía que necesitamos?

Eficiencia energética, necesitamos obtener más con menos. En la industria, en movilidad y en la vivienda, en todas estas áreas la eficiencia energética puede ayudarnos a proteger nuestro clima y es donde más beneficios obtendremos usando la energía de forma más eficiente.

*“La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto.”*

AEDENAT et al. (1998) [2]

Con unas políticas energéticas adecuadas, se podrán fijar como objetivos: asegurar el suministro energético necesario para cubrir los requerimientos de los usuarios mediante la diversificación de fuentes y la utilización de tecnologías limpias que garanticen la sostenibilidad, tanto medioambiental como económica. Las componentes fundamentales de todas ellas, es la eficiencia energética, junto con el impulso a las energías renovables y el ahorro de energía.

***En la industria:*** optimizando nuestros procesos industriales, aprovechando mejor el reciclaje de materiales y materias primas, implementando nuevas tecnologías, reciclando los residuos industriales y productos derivados.

***En el transporte:*** podemos utilizar la energía de forma más eficiente optimizando nuestros vehículos, usando plásticos ligeros en vez de piezas metálicas pesadas, optimizando motores y combustibles para aumentar las prestaciones, mejorando la aerodinámica podemos reducir el consumo de energía a la hora de dar potencia a nuestros vehículos.

***En las viviendas:*** la energía que utilizamos para calentar y enfriar nuestras casas muchas veces se pierde rápidamente, es por ello que podemos solucionarlo optimizando el

aislamiento de nuestras casas, instalando aislamientos térmicos, o con ventanas isotérmicas podemos bajar el consumo energético en el hogar.

*“La eficiencia energética es nuestra fuente de energía más importante del futuro”*

Francisca Silva, Ingeniero Civil Industrial del programa Ingeniería Eficiente. [3]

La combinación de una mejora de la eficiencia energética en estos sectores supondría un gran impacto sobre nuestro consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En el sector industrial a lo largo de la historia se han producido avances en muchos ámbitos, uno de ellos es por ejemplo la introducción de la cogeneración.

La cogeneración, un sistema altamente eficiente, es una tecnología mediante la cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica aprovechando el calor residual, partiendo de un único combustible, siendo el más utilizado el gas natural. La ventaja es que tiene una mayor eficiencia energética, debido a que se puede aprovechar tanto el calor como la energía eléctrica en un mismo proceso. Con la cogeneración se aprovecha la energía térmica que se disiparía a la atmosfera y evita tener que volver a generar esta energía con una caldera. Esta energía térmica útil se puede utilizar para calentar agua y darla diferentes usos como pueden ser el agua caliente sanitaria (ACS) o la calefacción. Además se evita los problemas que pueda generar el calor no aprovechado. Tiene un valor importante el uso de esta tecnología ya que contribuye directamente a tres pilares fundamentales como son el cambio climático, la seguridad de suministro de energía y la competitividad entre empresas. [4]

Los **grandes beneficios** que se destacan de la eficiencia energética en la nueva Directiva Europea sobre eficiencia energética [5] son:

- Competitividad

- Reducción de la factura energética de la Unión Europea en 200 000 millones de € anuales en 2020.
- Creación de hasta 2 millones de puestos de trabajo de aquí a 2020.
- Impulso al I+D y a la internacionalización de la industria europea.

- Seguridad de suministro

- Reducción de la dependencia energética.
- Reducción de inversiones en infraestructuras.
- Mejora de la balanza comercial.

- Sostenibilidad

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Limitación del daño al medioambiente.

## 2.2. *Ahorro energético.*

El **ahorro energético** es la reducción del consumo de energía mediante la minoración del servicio o utilidad proporcionada, sin alterar la eficiencia energética. [6]

Un ejemplo de ahorro energético en el sector industrial sería la utilización de variadores de velocidad en los procesos productivos. Cuando un equipo es accionado mediante un variador de velocidad, utiliza menos energía eléctrica que si el equipo fuera activado a una velocidad constante, ya que no utiliza más energía de la necesaria. Se puede regular la velocidad en función de las necesidades. Cintas transportadoras, bombas y compresores son ejemplos de ello.

## 2.3. *Indicadores energéticos. Intensidad energética.*

*Los **indicadores energéticos** son ratios técnico-económicos, usados a niveles finales de consumo de energía, que relacionan el consumo de energía con un indicador de actividad físico.* [4]

Se puede realizar un análisis de los impactos producidos sobre el sistema energético por las medidas políticas y las estrategias puestas en marcha. Esto se hace comparando los valores actuales de la eficiencia energética con los datos de años anteriores y analizando cuáles son las tendencias a largo plazo. La eficiencia varía mucho dependiendo del escenario, esto se debe principalmente al tipo de tecnología empleada y al impacto de otros factores, como la calidad de combustible, las condiciones climatológicas, etc.

Es por ello que se requiere disponer de indicadores, diseñados para seguir los cambios de la eficiencia energética, basados en datos estadísticos fiables sobre balances energéticos, y recogidos y analizados con una misma metodología para que sea posible realizar comparaciones con otros países.

Se utiliza conjuntamente con la intensidad energética para describir la relación entre la energía utilizada y el servicio producido. La intensidad se utiliza para medir y evaluar la eficiencia aunque son inversamente proporcionales: cuanto menos energía se utiliza para un servicio, mayor será la eficiencia, por lo que la disminución de la intensidad energética implica mayor eficiencia. A la hora de medir las variaciones a lo largo del tiempo del uso de la energía, hay que tener en cuenta no solo la eficiencia, sino otros efectos que influyen en los consumos como son el clima, los cambios de actividad del sector, etc.

Los indicadores de eficiencia energética se pueden clasificar en económicos y técnico-económicos.

Los **indicadores económicos** miden la relación entre el consumo de energía respecto a una variable de actividad económica, como el Producto Interior Bruto (PIB), valor añadido, etc. y tienen un alto nivel de agregación. Esto quiere decir, que se utilizan contando la totalidad de una economía o sector, a ese nivel no es posible presentar la actividad utilizando indicadores técnicos o físicos.



Se expresan como **intensidades energéticas** y se definen como la relación entre el consumo de energía, primaria o final, medido en unidades de energía y el indicador de actividad económica medido en unidades monetarias. Para poder hacer comparaciones entre países con diferentes economías se suelen convertir los precios a la misma moneda en un año determinado. Un ejemplo de estos indicadores para el sector industrial, es el del consumo de energía por valor agregado de los bienes producidos para todas las ramas industriales (Minería y Extracción, Alimentos, Bebidas y Tabaco, Papel y Productos de Papel; Productos Químicos, Otros Productos no Metálicos, Metales básicos, y Otras industrias).

Por ejemplo: la intensidad de la industria en el año 2008 según datos de IDAE es 0.114 ktoe/M€ convertido a paridades de poder adquisitivo (apartado 2.6) para el año 2000 [7]

Los **indicadores técnico-económicos** miden la relación existente entre los consumos energéticos respecto a indicadores de actividad medidos en términos físicos, como toneladas de acero producido, kilómetros recorridos, etc.

Se pueden calcular en niveles desagregados por sub-sector o por uso final y se denominan consumos por la unidad de actividad correspondiente. Estos índices técnico-económicos se llaman consumo unitario y permiten tener una base de partida para la comparación con otras empresas del sector. El control de estos indicadores de consumo de energía permite conocer el nivel de eficiencia de operación.

A continuación, un ejemplo de los indicadores energéticos técnico-económicos en el sector minero: [8]

#### Indicadores energéticos globales por unidad minera:

- |                                     |                  |
|-------------------------------------|------------------|
| · Consumo total de energía          | tep/ 1000 TMS mt |
| · Consumo de energía eléctrica      | kWh/ TMS mt      |
| · Consumo de combustible            | tep/ 1000 TMS mt |
| · Consumo de energía en campamentos | kWh/ trabajador  |

1 tep= 11629.5 kWh

1 Galón= 39.6 kWh

#### Indicadores energéticos por áreas:

-Mina:

- |                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| · Consumo total de energía     | tep/ 1000 TMS mt |
| · Consumo de energía eléctrica | kWh/ TMS mt      |
| · Consumo de combustible       | tep/ 1000 TMS mt |

-Planta concentradora:

- |                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| · Consumo total de energía     | tep/ 1000 TMS mt |
| · Consumo de energía eléctrica | kWh/ TMS mt      |
| · Consumo de combustible       | tep/ 1000 TMS mt |

Para una mejor comparación del rendimiento de la eficiencia energética entre países, algunos indicadores se ajustan a una estructura de referencia, ya que cada país tiene sus propias variables técnico-económicas. Sin embargo, aún si se mejora la comparación, no pueden tomarse en cuenta todas las diferencias estructurales de cada país. Climas diferentes, métodos de trabajo, etc.

Para permitir una comparación significativa de la eficiencia energética entre países, es necesario que estos indicadores se basen en definiciones comunes; en particular, es necesario que la definición de consumo energético sea la misma para todos los países. Es por esto que se han desarrollado metodologías para la recopilación y análisis de los datos, entre las diferentes agencias nacionales de cada país. [9]

#### **2.4. Demanda energética.**

La **demanda energética** es la cantidad de energía, primaria o final, consumida en un país o región.

En el caso de la energía primaria se compone de la suma de los consumos de las fuentes primarias (petróleo, carbón, gas natural, energía nuclear, renovables...), mientras que en el caso de la energía final se trata de la suma de las energías consumidas en los diferentes sectores de la economía (transporte, industria, servicios...).

La gestión de la demanda energética es uno de los aspectos fundamentales de la política energética de un país. Red Eléctrica Española [10] se encarga de ello en nuestro país. En su página web se pueden encontrar los gráficos peninsulares de la demanda energética (contiene datos en tiempo real y estimaciones futuras de la demanda) y también los balances energéticos, mensuales o anuales, del consumo de energía primaria o final.

Es importante la reducción de la demanda energética ya que hace que los países puedan avanzar hacia los objetivos de reducción del impacto ambiental, reducir sus costes de aprovisionamiento de energía, y se produzca un crecimiento de la seguridad energética, de la forma más económica posible, reduciendo el gasto. [5]

En el caso de España, esta reducción de la demanda energética es considerada como la clave para alcanzar los acuerdos internacionales en materia de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. [4] El sector energético es uno de los principales responsables de estas emisiones, la reducción del consumo energético será esencial para lograr los objetivos propuestos.

- La reducción de la demanda energética puede conseguirse de dos maneras:
  - 1) Reduciendo las actividades consumidoras de energía.
  - 2) Aumentando la eficiencia en el uso de la energía

Este segundo caso es el que se suele considerar más deseable por los gobiernos, ya que no tiene connotaciones negativas, no viéndose reducidos el bienestar de los ciudadanos o la actividad económica. [4] En cambio puede tener el problema de que las ganancias de eficiencia se queden simplemente en mejoras relativas, sin llegar a una reducción en términos absolutos de la demanda. Un ejemplo de mejoras relativas se da en el sector

industrial, cuando la mejora de la eficiencia energética se debe a la sustitución de combustibles fósiles por electricidad. Con esto mejora la intensidad energética dentro del sector industrial, pero en cambio empeora la intensidad energética del sector eléctrico.

### **2.5. Auditoria energética.**

*Una Auditoría energética es una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía que permite identificar e implantar medidas de ahorro de energía adaptadas a cada industria.*

Gracias a ellas se rentabiliza el uso de la energía en las empresas, reduciendo también el impacto ambiental de las instalaciones.

Su fundamento es que si no podemos medir, no podemos controlar, por lo que tampoco conseguiremos administrar. Este es el motivo por el que se realizan.

#### Objetivos: [11]

- Obtener un conocimiento fiable de los consumos energéticos de las empresas.
- Identificar donde y como se producen los consumos de energía y los factores que afectan a dicho consumo.
- Mejorar el suministro de energía.
- Identificar el coste energético.
- Mejorar la contratación de energía eléctrica y combustibles.
- Eliminar las pérdidas de energía.
- Mejorar la eficiencia de las instalaciones.
- Reducir emisiones por cada unidad de producción
- Detectar y evaluar las posibilidades de ahorro y de mejora de la Eficiencia Energética
- Analizar la posibilidad del uso de energías renovables.

#### Beneficios:

- Se reducen los costes, debido a la disminución de los consumos energéticos.
- Prolongación de la vida útil de los equipos.
- Mejora de la competitividad de la empresa.
- Mejora la imagen de la empresa por verse asociada al cuidado del Medio Ambiente.
- Permite el acceso a ayudas por parte de la Administración Pública por la realización de Estudios Energéticos.

A continuación se muestra un ejemplo práctico de ahorro tras una Auditoria energética:

Tabla 2.1. Ejemplo práctico de ahorro tras una Auditoria energética			
Objetivos Instalación	Duración media del estudio energético	Ahorro Energético estimado	Periodo de Retorno Simple
Instalaciones industriales	1-4 meses	5% - 20%	Hasta 6 años
Instalaciones residenciales o terciarios	1-2 meses	10% - 20%	1-4 años
Instalaciones hoteleras	1 mes	15% - 20%	2-4 años
Instalaciones hospitalarias	1-2 meses	5% - 15%	2-4 años
Instalaciones educativas (colegios)	3 semanas	25%	2-3 años

Fuente: SinCeO2

## 2.6. Otros conceptos relevantes.

### - Agrupación de actividad.

Es la unión de distintas actividades por su similitud, que yendo por separado no tendrían demasiado peso o importancia, pero si en su conjunto.

### - Agua caliente sanitaria (ACS).

Se trata de agua apta para el consumo humano (potable) que ha sido calentada y que puede ser utilizada para tareas de la vida cotidiana como ducharse, lavarse, etc.

Puede obtenerse mediante calderas o calentadores, pero cada vez es más utilizada la energía solar térmica para la obtención de ACS, debido a su menor impacto ambiental y a la falta de recursos energéticos que nos afecta en la actualidad.

En la tecnología de cogeneración de las centrales de producción de energía se obtiene simultáneamente junto a la electricidad y el vapor de agua. Esto se consigue, debido al aprovechamiento de la energía térmica residual de las centrales, que calienta el agua mediante tuberías.

### - Balance energético.

Es un balance contable utilizado para evaluar el comportamiento del sistema energético de un país, pudiendo observar en él, la cantidad total de energía producida, transformada y consumida en una zona geográfica y durante un tiempo determinado. [4]

Puede servir como instrumento para elaborar planes y estrategias económicas, así como la toma decisiones en el sector energético. Se caracterizan por existir cuentas auxiliares relativas a cada uno de los subsectores que representen una gran importancia de análisis. Por tanto serán de gran importancia a la hora de analizar los indicadores energéticos de cada subsector industrial.

### - Cambio climático.

Es la variación de la temperatura promedio de la atmósfera terrestre como resultado de un desequilibrio en el balance energético de la radiación recibida, absorbida y devuelta al espacio por la Tierra. Se suele utilizar como sinónimo de calentamiento global.

A medida que va en aumento la concentración de GEI en la atmosfera, principales causantes de este cambio, la temperatura de la Tierra también va en aumento. Esto es muy peligroso ya que si la temperatura sigue en aumento con el paso del tiempo, podría traer graves consecuencias. Una de ellas puede ser que se fundan algunos glaciares y casquetes polares, lo que conllevaría un aumento del nivel del mar, poniendo en peligro ciudades situadas en valles que se encuentran por debajo del glaciar o ciudades costeras desaparezcan inundadas por el agua.

Es un grave problema a tener en cuenta y por lo que también se trabaja en el ahorro y la eficiencia energética.

#### ***- Cambios estructurales, el efecto estructural.***

Los cambios estructurales son las variaciones del peso de cada sector en el consumo de energía total en el tiempo. Estos afectan a la hora de calcular las mejoras en eficiencia energética cuanto mayor sea el nivel de agregación de los indicadores. Una disminución de la intensidad energética agregada en el tiempo no necesariamente significa que ha mejorado la eficiencia energética, ya que pueden existir cambios estructurales en los sectores más intensivos de energía con el paso de los años. [12]

A medida que el nivel de desagregación aumenta, la influencia de los cambios estructurales o el efecto estructural disminuye, por tanto es posible identificar las variables que afectan a la eficiencia energética y comprender mejor la evolución de sus consumos. Sin embargo cuanto mayor es el nivel de desagregación, mayor es la dificultad para encontrar información y poder construir los indicadores.

#### ***- Cogeneración.***

Es una técnica de generación de energía a partir de la cual se obtiene a la vez energía eléctrica y energía térmica útil (vapor y ACS).

La definición que nos da la Asociación Española de la Cogeneración [13] es que se trata de la generación en un mismo proceso de energía eléctrica y calor útil.

Es aplicable, fundamentalmente, en las industrias que utilizan vapor y/o agua caliente como químicas, papeleras o alimentarias, en las que requieren procesos de secado como en minería, cerámica y similares, y, en general, en cualquier instalación que consuma calor o frío.

Los beneficios que se obtienen de esta técnica, según se indica en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio [14], son:

- Alta eficacia, lo que significa menor consumo de combustible y menores emisiones de CO<sub>2</sub> o de otro tipo y por ende, una contribución al desarrollo sostenible.

- Significa menos pérdidas en la red eléctrica, debido a que las instalaciones suelen estar más cerca del punto de consumo, facilitando así una generación más distribuida.
- Mayor competencia entre productores de electricidad, debido a que la tecnología de la cogeneración permite que entren en el mercado nuevos competidores.
- Oportunidades de creación de nuevas empresas. Fundamentalmente PYME, empresas en colaboración y otras fórmulas de cooperación entre partes interesadas.(de la industria, la electricidad, la tecnología)

Si además se produce frío (hielo, agua fría, aire frío, por ejemplo) se llama Trigeneración.

#### **- *Desarrollo sostenible.***

Una actividad sostenible es aquella que se puede mantener. Un ejemplo de ello puede ser la tala de los árboles en un bosque, asegurándose una posible repoblación de los mismos.

Por el contrario, el consumo de un combustible fósil como el petróleo no es una actividad sostenible, hoy en día no se conoce aun la forma de poder crear petróleo. Esto es un gran problema ya que los recursos que no son renovables se pueden ir acabando con el paso de los años (se estima para el petróleo en torno a 40 años, si se sigue a este ritmo de consumo según el Informe Estadístico de Energía Mundial hecho por la agencia BP).

Es por ello que se debe bajar el consumo de petróleo, siendo reemplazados por otros recursos, como pueden ser el uso de las energías renovables que podrían proporcionar la misma energía que el combustible fósil que se consume. Otro de los problemas importantes, de los que se hace cargo el desarrollo sostenible, es la emisión de gases contaminantes a un ritmo superior que el sistema natural es capaz de neutralizar.

Tal y como afirmaba la política noruega Gro Harlem Brundtland, en el informe Brundtland de 1987, “*el desarrollo sostenible es poder satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades*”. [15]

#### **- *Efecto invernadero.***

Es uno de los principales factores que provocan el calentamiento global de la Tierra. Se acumulan en la atmosfera gases (GEI), como son, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Sin estos gases la temperatura de la Tierra seria en torno a -20°C por lo que son necesarios pero en un contenido concreto. Estos gases actúan como los cristales de un invernadero y retienen el calor del sol, pero si la concentración de estos gases fuera en aumento, se produciría una subida considerable de la temperatura terrestre, con todo lo que ello conlleva. Este aumento de la concentración de dichos gases se debe a la actividad humana, principalmente por la quema de combustibles fósiles y la producción de productos químicos. [16]

**- Energía.**

Magnitud física que expresa la capacidad de un cuerpo o sistema para realizar trabajo o producir calor.

**- Energía final.**

Energía suministrada al consumidor para ser convertida en energía útil.

**- Energía primaria.**

Es toda forma de energía disponible en la naturaleza que no ha sufrido ningún tipo de conversión. La contienen los combustibles fósiles (de los que se tiene fuerte dependencia) y otras formas de energía antes de ser transformados en energía final. La energía primaria incluye energía no renovable y energía renovable. Si no se puede utilizar directamente, es posible transformarla, almacenarla y transportarla como energía secundaria, para su posterior consumo como energía final.

La suma de la energía primaria de todas las fuentes de energía puede llamarse energía primaria total. Existe una gran variedad de fuentes de energía primaria: la energía mecánica que pueden proporcionar un humano o un animal, la energía mecánica de origen natural (hidráulica, mareomotriz, eólica, fotovoltaica...), la energía química (combustibles minerales, biomasa...), la energía nuclear (fisión y fusión).

**- Índice de producción industrial (IPI).**

Según el Instituto Nacional de Estadística [17], el Índice de Producción Industrial (IPI) es un indicador coyuntural que mide la evolución mensual de la actividad productiva de las ramas industriales, excluida la construcción, contenidas en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009).

Mide, por tanto, la evolución conjunta de la cantidad y de la calidad, eliminando la influencia de los precios.

Para su obtención se realiza una encuesta continua de periodicidad mensual que investiga todos los meses más de 13.200 establecimientos.

**- Paridades de poder adquisitivo.**

Se trata del ajuste económico necesario para comparar, de una manera lo más realista posible, los indicadores energéticos de los distintos países atendiendo al PIB per cápita en términos del coste de vida de cada país.

**- Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética.**

Se conoce como plan de acción a un documento en el que se establecen las medidas necesarias para cumplir con unos objetivos marcados, estableciéndose como una guía a la hora de llevar a cabo un proyecto. En este caso está encaminado hacia el ahorro y la



eficiencia energética, estableciendo las medidas y los compromisos necesarios para conseguir ciertos objetivos en cuanto a ahorro y eficiencia se trata.

El primer plan que se llevo a cabo comprendía los años de 2005 a 2007 [18], en el que se concretan las medidas que se deben adoptar, la financiación para activarlas y los objetivos de ahorro de energía y medioambientales que se quieren lograr. En julio de 2007 se aprueba el Plan de Acción 2008-2012 [19], en el que se recoge la experiencia obtenida con el anterior Plan y se incluyen las nuevas medidas concretas a adoptar, en los siete sectores mas demandantes de energía. En Junio de este mismo año se establece un nuevo plan denominado “**Plan de Acción 2011-2020**” [7] debido a la necesidad de adoptar nuevas medidas para alcanzar los objetivos marcados para el año 2020. Este nuevo plan ha venido acompañado de una nueva Directiva Europea para la Eficiencia Energética aprobada por la Comisión Europea. [5]

### **- Producto Interior Bruto (PIB).**

El PIB, también conocido como renta nacional, se utiliza para medir la riqueza de un país. Un aumento del PIB implica un aumento de la riqueza.

Se trata del cálculo de toda la actividad económica de un país bajo unas ciertas condiciones. [20]

La primera condición es que solo se calcula la actividad económica realizada dentro del país, es decir, que sin un español trabaja en Bélgica no entra en el PIB español, sino en el belga. Lo mismo sucede en el caso de que un belga trabaje en Madrid, entraría en el PIB español.

La segunda condición es que es bruto, por lo que no tienen en cuenta los descuentos de los consumos de capital.

Normalmente se utiliza la siguiente fórmula para calcular el PIB:

$$\text{PIB} = \text{C} + \text{I} + \text{G} + \text{X} - \text{M}$$

C: Consumo      I: Inversión      G: Gasto público      X: Exportaciones      M: Importaciones

El PIB que resulta más interesante, es el PIB per cápita, que se calcula al dividir el PIB entre el número de habitantes de los países. Este nos proporciona una mejor visión de la situación de los países. Por ejemplo, China tiene un PIB mayor que el de Noruega, pero esto se debe a una cuestión de tamaño y habitantes. Si lo calculamos per cápita, se observa que es superior el poder adquisitivo en Noruega

	<b>PIB</b>	<b>nº habitantes</b>	<b>PIB per cápita</b>
<b>China</b>	\$9,872 billones	1.313.973.713	\$7.400
<b>Noruega</b>	\$276,4 miles de millones	4.908.100	\$59.100

Fuente: [IEA]. Año 2010



**- *Protocolo de Kioto.***

Es uno de los instrumentos jurídicos internacionales más importantes para la lucha contra el cambio climático del planeta. Contiene objetivos y compromisos obligatorios, adquiridos por los países, en materia de reducción y limitación de las emisiones de GEI. Se aprobó el 11 de diciembre de 1997 y en él participaron los principales países industrializados. Estas emisiones deben verse reducidas entre 2008 y 2012 en al menos un 5%, respecto a las emisiones de 1990. [4]

**- *Seguridad de suministro.***

Disponibilidad de una oferta adecuada de energía a precios asumibles, condicionada por las variables de dependencia y vulnerabilidad ante fuentes de suministro exterior.

**- *Tipos de cambio.***

Es la relación de proporción que existe entre dos divisas. Expresa cuántas unidades de una divisa se necesitan para obtener una unidad de la otra. Por ejemplo, la tasa de cambio entre el Euro y el Dólar (EUR/USD) actualmente es de 1.3239, lo que significa que el Euro equivale a 1.3239 Dólares. Si calculamos la tasa a la inversa (USD/EUR) significaría una tasa de 0.7553.

**- *Valor Añadido Bruto (VAB).***

Es una magnitud macroeconómica que mide el valor añadido generado, en las distintas etapas del proceso productivo, por un conjunto de productores dentro de una misma área económica. Sirve para saber el peso de un sector de la economía en su total. [17]

A partir de VAB de un país se puede obtener el PIB, con el que está directamente relacionado. El PIB se obtiene a partir del VAB, añadiéndole los impuestos indirectos que gravan las distintas operaciones de los procesos de producción.

## 2.7. Unidades de energía.

La unidad de energía en el Sistema Internacional de unidades (SI) es denominada joule o julio, y su símbolo es J. Un joule corresponde a la energía realizada por una fuerza de un newton (N) en una distancia de un metro.

$$1J = 1N \cdot 1m$$

Por otro lado, para medir potencia se utiliza el watt o vatio (W). Un vatio es la potencia desarrollada por una energía de un julio en un segundo.

$$1W = 1J/1s$$

Muy a menudo, cuando se trabaja con sistemas eléctricos, para medir la energía se utiliza el kilovatio-hora. Es una unidad de medida más cómoda, admitida por el SI. Se puede definir como el trabajo que realiza, o la energía que consume, una maquina de 1kW durante una hora.

$$1kWh = 3,6kJ$$

Cuando se habla de combustibles fósiles, las medidas habituales son la tonelada equivalente de petróleo (tep) y la tonelada equivalente de carbón (tec). Estas medidas equivalen a la energía que producirá una tonelada de cada combustible al quemarse.

La unidad de energía del Sistema Internacional es el julio (J). No obstante, existen infinidad de unidades de medida distintas, algunas de un uso extendido. Todas estas medidas pueden ir acompañadas por prefijos

**Tabla 2.2. Unidades de medida de energía**

Unidad	Equivalencia en julios
Ergio (erg)	$10^{-7}$ J
Caloría (cal)	4,1868 J
British thermal unit (BUT)	$1,005 \cdot 10^3$ J
Kilovatio hora (kWh)	$3,6 \cdot 10^6$ J
Termia	$4,1868 \cdot 10^6$ J
Tonelada equivalente de petróleo (tep, toe)	$4,1868 \cdot 10^{10}$ J
Tonelada equivalente de carbón (tec)	$2,93 \cdot 10^9$ J

Fuente: Club Español de la Energía [4]

**Tabla 2.3. Prefijos del sistema internacional y unidades**

Unidad	Factor	Símbolo
Tera	$10^{12}$ J	T
Giga	$10^9$ J	G
Mega	$10^6$ J	M
Kilo	$10^3$ J	K
Deci	$10^{-1}$ J	d
Centi	$10^{-2}$ J	c
Mili	$10^{-3}$ J	m
Micro	$10^{-9}$ J	$\mu$

Fuente: Club Español de la Energía [4]

### 3. La energía.

La energía es el motor de la vida en la Tierra y la evolución de los seres vivos va relacionada con la explotación y el mayor aprovechamiento que se haga de ella. En los últimos años se han convertido en un asunto de gran interés nacional, temas relacionados con la energía que nos afectan de forma directa como son: el precio del petróleo, las consecuencias del cambio climático y la eficiencia y el ahorro energético.

La madera fue el combustible básico durante largos periodos de la humanidad, siendo reemplazada poco a poco por el carbón y este a su vez por el petróleo. En el siglo XX aparece la energía nuclear y en el XXI el uso de energías renovables.

*“Hoy por hoy, se necesita una combinación adecuada de todas estas energías, teniendo en cuenta la necesidad de hacer frente a problemas como el cambio climático.”*

Club Español de la Energía, 2010. [4]

Las sociedades humanas han ido evolucionando en base a las innovaciones tecnológicas que permiten mejoras en la explotación de las fuentes de energía [4]. El uso que le demos a la energía junto a su evolución tecnológica, puede tomarse como un indicador del avance de estas sociedades hacia una situación de bienestar. Esta evolución industrial, tecnológica y energética ha propiciado un análisis crítico de los medios utilizados, para conseguir la calidad de vida de la que actualmente gozamos. Se cuestiona el uso de la energía nuclear o la producción masiva de gases de efecto invernadero (GEI), esto produce una mayor concienciación del trato que se le está dando al medio ambiente. [21]

*“La unión de economía, tecnología y medio ambiente da origen a la cultura del desarrollo sostenible como un medio para mejorar la calidad de nuestra sociedad, respetando la naturaleza.”*

Club Español de la Energía, 2010. [4]

La eficiencia energética es de gran importancia para paliar el efecto del fuerte consumo energético, siendo menos visible por la sociedad, sobre todo cuando se dispone de energía de una manera relativamente económica. Hoy en día, la demanda de energía va en aumento, Europa tiene fuertes carencias de fuentes de energía, es por ello que se reclama la mejora de la eficiencia energética y la utilización de las energías renovables [22]. Estas energías requieren de un avance tecnológico importante que permita su uso de forma competitiva respecto a las demás fuentes de energía. En ellas está el futuro, siendo un importante desafío y para el que se requiere un esfuerzo económico considerable.

El aumento del consumo de energía se produce de manera natural, debido a que aumenta la población mundial [23] a la vez que las sociedades se van desarrollando, y el hombre utiliza la energía para su bienestar, consumiendo cada vez más. Las expectativas para este siglo es que siga creciendo, especialmente en países con economías emergentes como son Brasil, Rusia, India, China o Corea. [24]

Por tanto, con la actual situación de dependencia energética y la lucha contra el cambio climático, existe la necesidad de crecer económicamente pero con un menor consumo energético. [7]

Las empresas del sector de la energía tienen que tener en cuenta su responsabilidad social y medioambiental y serán la clave del impulso hacia la eficiencia energética, tanto en el lado de la oferta (transformación de energía, mejora de procesos industriales), como en la demanda (consumo final). [4]

También se debe producir una concienciación entre los ciudadanos del uso responsable de la energía. Es importante que los ciudadanos tomen conciencia, cambiando algunos de sus hábitos y costumbres y teniendo más información sobre las formas de ahorro. España, según el Instituto para el Ahorro y Diversificación de la Energía [25], se encuentra por debajo de la media europea en lo que se refiere a medidas de ahorro y la eficiencia energética, lo que supone un gran potencial de mejora.

España tiene un reto importante para los próximos años en materia de eficiencia energética: la reducción de un 20% de su intensidad energética para el año 2020. [26]

Disponer de información clara y relevante que permita a los que realmente deciden (empresas y consumidores) tomar la iniciativa en la reducción del consumo energético es crucial para alcanzar este objetivo.

*“Lo que no se puede medir, no se puede optimizar” [27].*

Lord Kelvin, matemático y físico escocés (1824-1907).

Sería muy oportuno que la Administración promocionara el intercambio de información entre sectores de similares características, para poder tener referencias de donde pueden acometerse estas iniciativas. Así, facilitar el acceso a referencias cercanas, relevantes y con periodicidad continuada es el primer paso para optimizar el consumo energético. Es por ello que los balances energéticos cobran una especial relevancia en el estudio de la eficiencia energética.

### **3.1. Contexto energético internacional.**

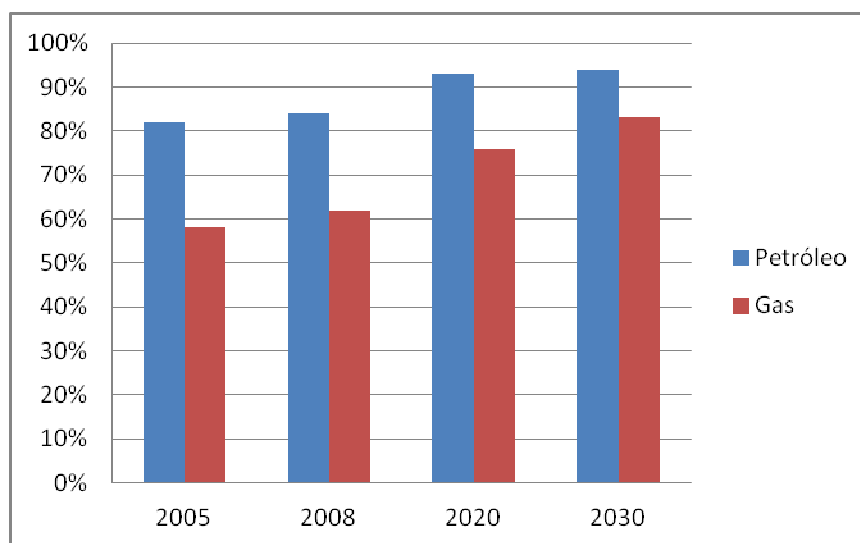
A día de hoy, Europa importa más de la mitad de la energía que consume (Gráfico 3.1.). Si nada cambia, la tendencia de los últimos años es que nuestra dependencia de los combustibles fósiles siga aumentando, viéndose incrementadas las importaciones de energía a la par que el precio de estas.

En este contexto, el tener acceso a recursos energéticos cobrará aún mayor importancia pudiendo deteriorarse el crecimiento económico de la Unión Europea. Es por esto que cobra una gran importancia la eficiencia energética.

*“La eficiencia energética puede ayudar a alcanzar e incluso superar los objetivos marcados en cuanto a reducción del consumo de energía y a la emisión de GEI”*

Comisión Europea, 2011. [5]

**Gráfico 3.1. Previsión de importaciones en Europa.**

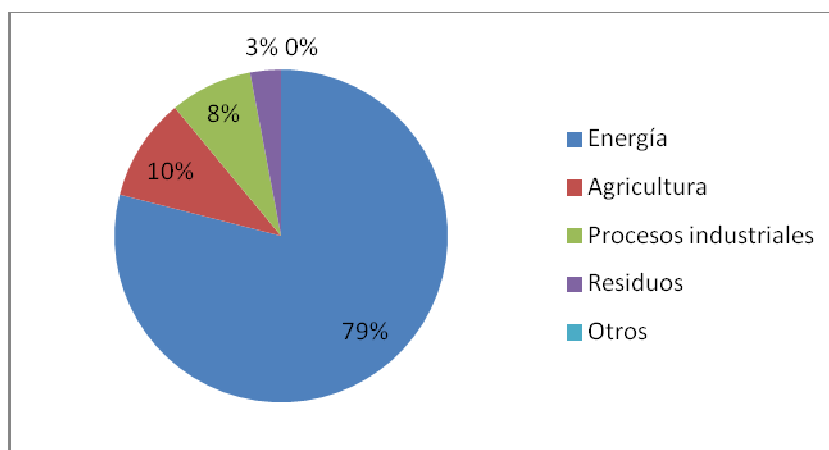


Fuente: Comisión Europea. [28]

Esto sumado a que la energía es la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (Gráfico 3.2.), urge cumplir los objetivos marcados para el año 2020 [29]:

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%
- Aumento del uso de las energías renovables en un 20%
- Reducción del consumo de energía primaria en un 20%

**Gráfico 3.2. Emisiones de gases de efecto invernadero en 2010.**



Fuente: Agencia Europea de Medioambiente. [30]

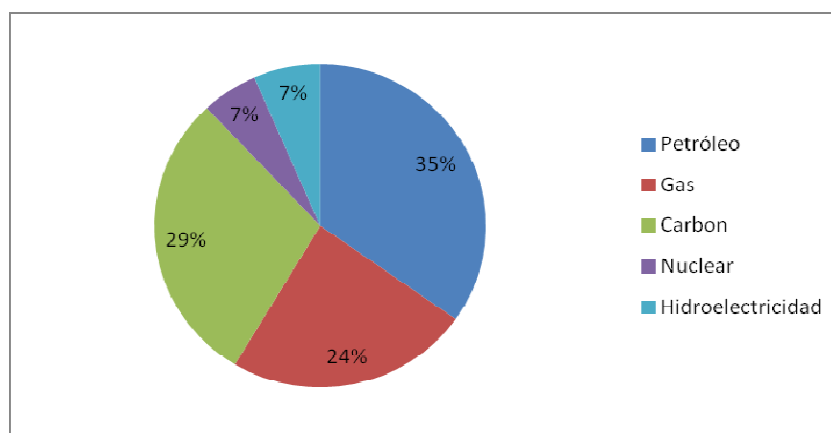
La Unión Europea no va camino de cumplir el objetivo marcado sobre el ahorro de un 20% de energía, se estima que solo se conseguirá la mitad [5]. A pesar de los beneficios que supone, de todas las medidas y políticas europeas adoptadas en materia de eficiencia energética y de los objetivos nacionales marcados. Esto supone una seria amenaza para la competitividad, la lucha a favor de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y la seguridad de abastecimiento. Es por ello que la nueva propuesta de Directiva, aprobada por la Unión

Europea en junio de este año, se considera necesaria poder alcanzar los objetivos marcados para el año 2020.

#### Existen dos puntos de vista en el mercado de la energía: La oferta y la demanda.

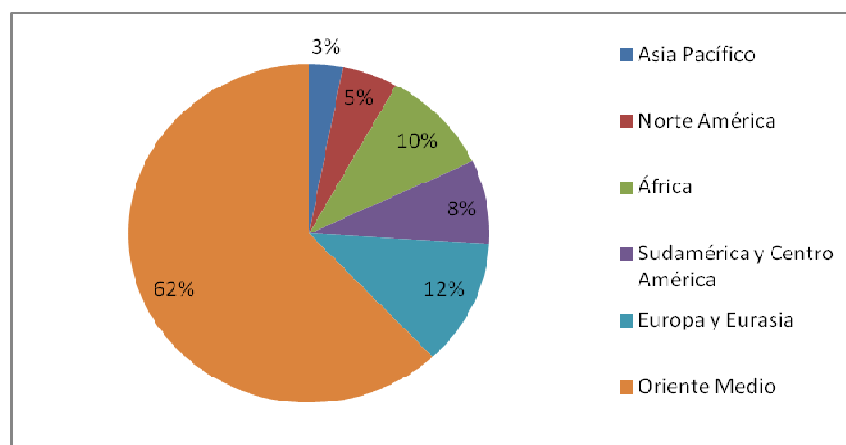
- **En el lado de la oferta**, el principal factor a tener en cuenta es la situación de las fuentes de energía primaria. Las más demandadas (carbón, GN y petróleo) se hallan en muy pocos países. En el caso del petróleo (gráfico 3.4.) en regiones conflictivas, como Oriente Medio, Norte de África, Rusia, los antiguos países de la URSS y Sudamérica. Esto ocasiona algunos conflictos internacionales [31] y propicia una cierta inseguridad de suministro e inestabilidad de los precios.

**Gráfico 3.3. Consumo mundial de energía primaria en 2010.**



Fuente: BP [32]

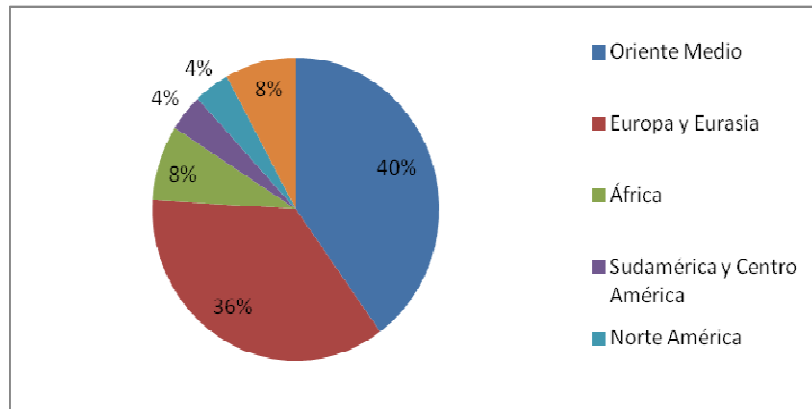
**Gráfico 3.4. Reservas de petróleo en 2010.**



Fuente: BP [32]

En lo que se refiere al gas natural, la distribución de las reservas es similar a la del petróleo. La principal diferencia es que los países de Oriente Medio “solo” disponen del 40% de las reservas mundiales. En cuanto a Rusia es el segundo en reservas y el primer productor. [32]

**Gráfico 3.5. Reservas de gas en 2010.**

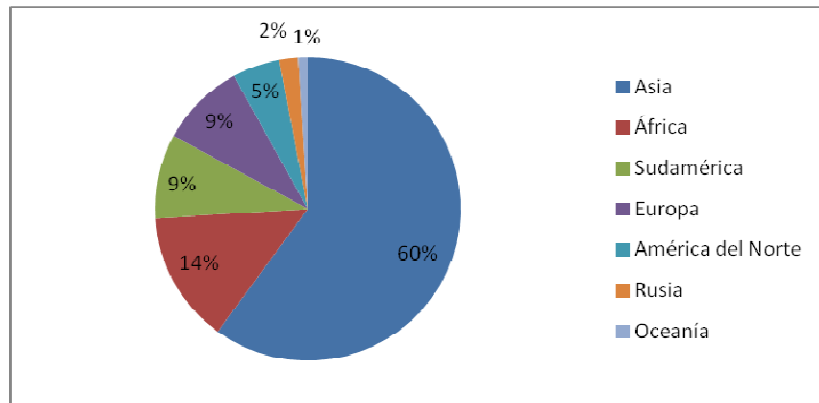


Fuente: BP [32]

El cambio climático, la explotación de las energías renovables y el I+D de nuevas fuentes de energía y tecnologías de producción de energía eléctrica con un menor coste y que contaminen menos, serán los factores clave en el futuro de la oferta de energía.

- **En el lado de la demanda**, uno de los aspectos que más influyen es la población, debido a que va en aumento y tiene una distribución de la población muy irregular (zonas muy pobladas y zonas despobladas). Un ejemplo de ello es China e India que acaparan un tercio de la población mundial. [33]

**Gráfico 3.6. Población mundial en 2010.**



Fuente: Internacional Energy Agency [33]

Otro de los factores clave es la riqueza. Su distribución al igual que población es desigual, siendo los países de mayor riqueza los de mayor Producto de Interior Bruto o PIB. De su análisis [34], se observa el reparto desigual existente, ya que regiones como África y Asia siendo las más pobladas, son a su vez las de menor índice de riqueza.

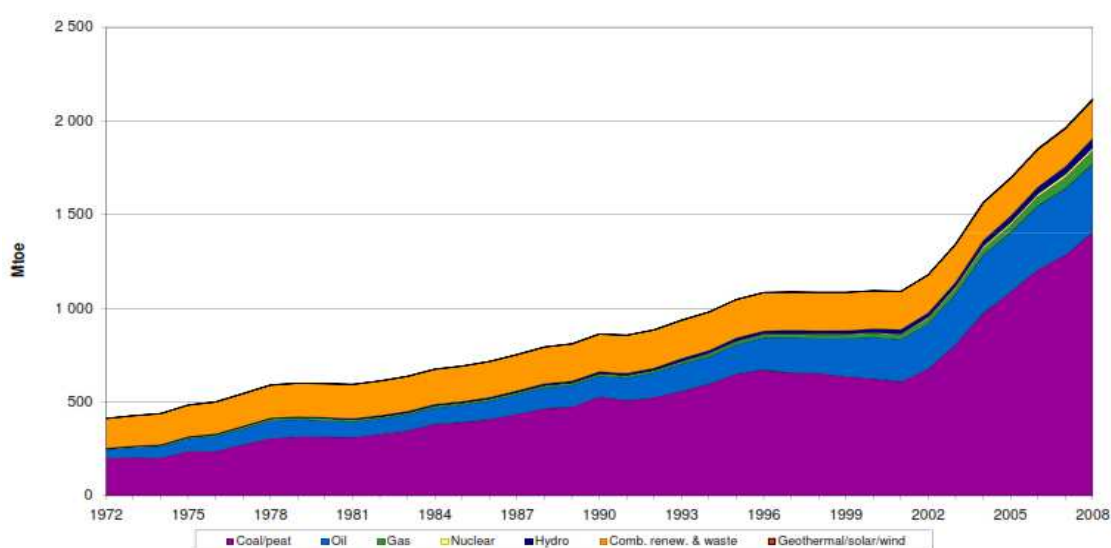
Cuanto mayor es el desarrollo económico y nivel de vida de un país, mayor es su consumo energético. Las regiones que más energía consumen en el mundo son Norteamérica, Europa, Australia, China e India [33].

Europa y Australia se encuentran entre las principales importadoras de energía ya que apenas disponen de yacimientos.

El caso de Estados Unidos es distinto, posee sus yacimientos de carbón, petróleo y gas natural, pero a su vez se encuentra entre las principales importadoras, debido a que prefieren mantener sus reservas.

China e India están entre los mayores consumidores debido a su alto nivel de población, si atendemos a nivel per cápita se encuentran entre las más bajas. Sin embargo, viendo la evolución del consumo energético con el desarrollo que se está produciendo en estos países, pronto se convertirán en los mayores importadores de recursos energéticos.

**Gráfico 3.7. Distribución del consumo de energía primaria en China.**



Fuente: International Energy Agency [33]

Por tanto, algunos de los factores claves por parte de la oferta serán: el incremento del consumo como consecuencia del aumento de población, de la riqueza, del desarrollo de los países subdesarrollados o de las economías emergentes de China e India. Otros factores son la dependencia de unas pocas fuentes de energía que son escasas (carbón, petróleo y gas), el precio de las fuentes de energía, el cambio climático y el desarrollo sostenible, el ahorro energético, etc.

### 3.2. Contexto energético español

En los últimos años, España ha tenido un gran aumento de consumo de energía.

En lo que se refiere a energía primaria, en España no se disponen de yacimientos importantes de petróleo ni de gas natural.

La producción de Uranio se ha visto incrementada desde los años 80 hasta la actualidad. Se disponen de yacimientos de Uranio, pero no de la tecnología suficiente para enriquecerlo y poder utilizarlo en las centrales nucleares.





En los últimos años no se han construido nuevas centrales hidráulicas, por lo que la producción de esta energía se ha mantenido constante.

Las energías renovables están en auge, especialmente la eólica y la solar, debido en parte a que se han visto favorecidas por fuertes subvenciones por parte de la Administración Pública.

Algunos **aspectos fundamentales de sector energético español** [35] son:

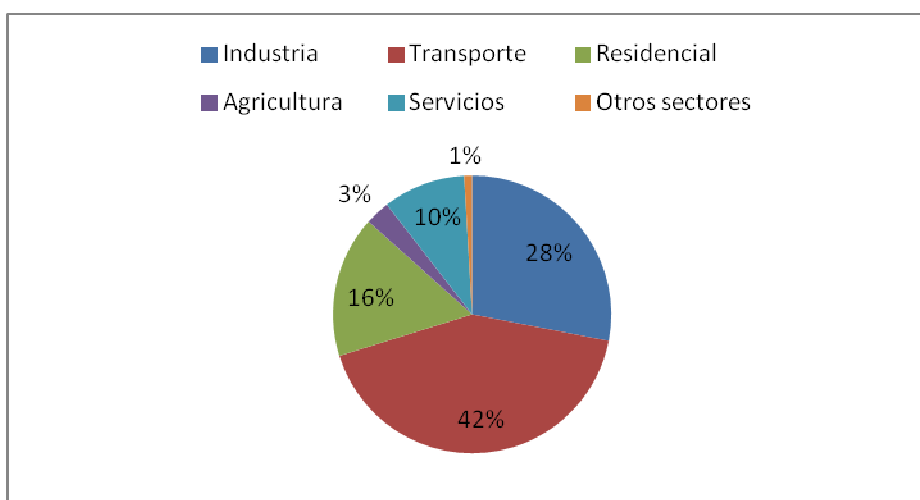
- Alta dependencia del exterior. La mayoría de las fuentes de energía primaria son importadas, lo que supone un mayor gasto.
- España es una isla energética, no se dispone de petróleo ni de gas natural. Tenemos interconexiones eléctricas con Francia, Portugal, Andorra y Marruecos, y de gas natural con Francia, Portugal y Argelia.
- Intensidad energética creciente debida fundamentalmente a la baja eficiencia de nuestro sector productivo. Se debería desligar el crecimiento económico, del aumento del consumo energético y de las emisiones de GEI.
- El incremento de la demanda eléctrica anual está siendo superior al de la mayoría de los países de la Unión Europea.
- Nos encontramos alejados de cumplir con el Protocolo de Kioto, sobre las emisiones de GEI.
- El petróleo representa casi la mitad de las fuentes de energía primarias consumidas por lo que se depende de la importación, debido a que no producimos.
- El carbón es de gran importancia en el mix de la generación eléctrica, a pesar de sus emisiones contaminantes. Se está trabajando en tecnologías para producir de manera más limpia.
- El gas natural, al igual que el petróleo no se tienen yacimientos importantes, pero dada la importancia de las Centrales de Ciclo Combinado, se están firmando importantes acuerdo para su importación para asegurar el suministro en el futuro y poder abastecer las múltiples centrales que se han desarrollado.
- Existe un gran debate en torno a la energía nuclear. El desarrollo de nuevas centrales está paralizado y se ha cerrado definitivamente la central de Zorita en 2006. En España quedan 8 centrales nucleares.
- Las energías renovables constituyen el futuro de la generación eléctrica. Reciben subvenciones del gobierno, importantes sobre todo para que se consoliden como una alternativa posible y para que se desarrollen y con el tiempo puedan ser igual de competitivas o más que el resto de las fuentes de energía.
-

#### 4. Los sectores de la economía. El sector Industrial.

Los 6 principales sectores consumidores de energía dentro de nuestra economía son:

- Industria
- Transporte
- Edificación y equipamiento
- Servicios Públicos
- Agricultura y Pesca
- Transformación de la energía

**Gráfico. 4.1. Consumo de energía por sectores en España**



Fuente: Eurostat [36].

#### **Industria.**

El sector industrial representa cerca del 30% del total de la demanda final de energía en España, siendo el segundo sector de mayor consumo, solo por detrás del sector transporte. Dentro de este sector, existen diferentes subsectores en los que se podría clasificar la industria. En los estudios de IDAE se diferencian 11 agrupaciones de actividad:

- Alimentación, bebidas y tabaco
- Textil, cuero y calzado
- Madera, corcho y muebles
- Pasta, papel e impresión
- Química
- Minerales no metálicos
- Equipos de transporte
- Metalurgia y productos metálicos
- Maquinaria y equipo mecánico
- Equipos eléctricos, electrónicos y ópticos
- Resto de la industria manufacturera, entre las que se encuentra la construcción

Desde el punto de vista de la Industria, el concepto de ser eficiente se traduce a ser competitivo dentro del mercado, ya que los consumos energéticos propios son uno de los factores claves de la competitividad entre empresas.

La industria española tradicionalmente ha sido el sector de mayor consumo de energía. Sin embargo este peso en el consumo total ha ido disminuyendo con el paso del tiempo, desde un 38% en el año 2000, hasta un 28% en el año 2008. Teniendo un crecimiento medio anual inferior al del total del país. Esto se ha debido a las medidas de ahorro y eficiencia energética adoptadas y a la mejora de los procesos industriales con la incorporación de nuevas tecnologías. Todo esto unido al crecimiento que ha tenido la movilidad de personas y mercancías, lo que conlleva un gran aumento del transporte, ha hecho que disminuyan su porcentaje de consumo de energía final total.

### **Transporte.**

El sector transporte engloba, tanto el transporte de personas, como el transporte de mercancías. El sector turístico tiene una gran incidencia dentro de este sector, debido a que el Turismo es de gran importancia en nuestro país. En España se trata de un sector de una enorme importancia para otros sectores como son la industria, el comercio o la movilidad de las personas.

En la industria incide principalmente en el transporte de materias primas, mercancías y productos, pudiendo realizarlos por carretera, de manera ferroviaria, en avión o en barco.

En este sector se consume en torno a un 42% de total de la energía final en todo el país.

Es el sector de mayor consumo, por encima de la industria, siendo su principal carburante, los productos derivados del petróleo como la gasolina o el gasoil. Esto le da a la logística petrolífera una gran importancia, siendo fundamental para la eficiencia energética de nuestro país aspectos como el transporte y la distribución de los productos del petróleo, para contribuir y reducir los riesgos y la seguridad medioambiental.

En el consumo de este sector tienen que ver muchos factores, los tres principales son:

- La superficie del país: cuanto mayor sean las distancias entre los lugares, mayor será el consumo.
- El desarrollo tecnológico: cuantas más formas de transporte, mejores carreteras, mejores líneas ferroviarias, etc. menor será el consumo energético
- El número de habitantes: a mayor número de habitantes, mayor será el número de la gente que se desplaza.

El nuevo Plan de Acción de Ahorro y eficiencia Energética 2011-2020 recoge 15 medidas diferentes para este sector.

## **Edificación y Equipamiento.**

El sector edificación engloba los mayores consumos de energía producidos en los edificios: consumos térmicos (la calefacción, la climatización y la producción de agua caliente sanitaria o ACS) y consumos de la iluminación interior, tanto en viviendas como en el sector terciario.

Cada persona en su día a día utiliza los servicios de más de un edificio. Los primeros serían su propia casa y su lugar de trabajo o estudios, pero también se utilizan otros como pueden ser los hospitales, bibliotecas, centros culturales, etc. En cada uno de estos edificios se producen diferentes consumos de energía como la calefacción, el ACS, la ventilación, la iluminación, etc. La suma de todas estas es el consumo de este sector y representa un consumo de energía del 16% respecto al total de energía consumida en España, dividiéndose aproximadamente en un 10% para las viviendas y un 6% para el sector terciario. Los consumos en el total del sector se reparten de la siguiente manera:

- Calefacción: 42,52%
- Iluminación: 9,45%
- Agua Caliente Sanitaria (ACS): 19,59%
- Equipamiento: 19,37%
- Refrigeración: 8,95%

Los mayores gastos se producen en la calefacción y el agua caliente sanitaria (ACS). Estos dos representan casi el 70% del consumo total del sector. Esto destaca la importancia de la estacionalidad y la temperatura media de los países, siendo los meses de invierno los de mayor consumo, al igual que los países más fríos tienen mayores consumos dentro de este sector.

Las distribuciones de los consumos son diferentes dependiendo de si se encuentran dentro del sector domestico o del sector servicios.

En el sector doméstico se distribuyen de la siguiente manera:

- Equipamiento: 20,58%
- Iluminación: 3,91%
- Agua Caliente Sanitaria (ACS): 27,41%
- Calefacción: 47,05%
- Refrigeración: 1,05%

El aire acondicionado, dada su estacionalidad, no representa a día de hoy un porcentaje de consumo importante, aunque contribuye a generar picos de demanda eléctrica que contribuyen a ocasionar problemas locales en la continuidad del suministro eléctrico en los periodos de verano en que se alcanzan las temperaturas exteriores más altas.

Mientras que para el sector servicios:

- Equipamiento: 17,34%
- Iluminación: 22,02%
- Agua Caliente Sanitaria (ACS): 3,33%
- Calefacción: 31,13%
- Refrigeración: 26,19%

Se pueden observar valores más altos para iluminación y refrigeración, mientras que baja considerablemente el agua caliente sanitaria respecto al sector doméstico.

### **Servicios Públicos.**

El sector de los Servicios Públicos está formado por las instalaciones de alumbrado público y las instalaciones para el suministro de agua a la población.

Las instalaciones de alumbrado público comprenden: la iluminación de carreteras, vías y calles, y la iluminación ornamental. Por su parte, las instalaciones para el suministro de agua son: potabilizadoras, depuradoras, desaladoras y las instalaciones para su suministro.

Este sector tiene como problemáticas para desarrollar los proyectos de eficiencia energética: el elevado coste de las inversiones a realizar para aplicar las medidas necesarias de corrección de la eficiencia y la inexistencia de una normativa que establezca los mínimos de eficiencia que deben tener las instalaciones.

Según IDAE, para el año 2010, el consumo de energía de este sector se distribuye de la siguiente forma:

- Alumbrado Exterior: 43%
- Abastecimiento y depuración de aguas: 30%
- Desalación de agua: 27%

Como se puede observar en este reparto, el alumbrado exterior es el foco de mayor consumo energético, seguido del abastecimiento y la depuración de aguas residuales. La evolución del consumo de estas se espera que siga aumentando debido a las nuevas viviendas y a las nuevas plantas de depuración que se han hecho por toda la geografía española.

Si hubiese que analizar la evolución del consumo de este sector mediante su intensidad energética, se debería utilizar como referencia el crecimiento urbanístico y poblacional del país, que ha sido muy elevado en España en los últimos años.

### **Agricultura y Pesca.**

Actualmente, el sector energético ofrece interesantes oportunidades al sector agrario como productores de energías renovables (biocarburantes y biomasa). Esto centra la mayor parte de la atención del sector agrícola, pero también es fundamental dar una

atención primordial a la demanda energética o al uso eficiente y sostenible de los recursos energéticos.

El sector de la agricultura y pesca tiene poco peso en el consumo de energía total del país, apenas un 3% del total. Sin embargo se trata de un sector a tener muy en cuenta debido a que, las medidas de ahorro y eficiencia energética que se prevén pueden contribuir de manera muy notoria al desarrollo sostenible del medio rural.

A continuación se muestran las diferentes fuentes de consumo dentro del sector:

- Maquinaria agrícola: 52%
- Regadíos: 13%
- Explotaciones agrarias: 20%
- Pesca: 15%

Los mayores consumos dentro del sector agrícola se producen en la maquinaria agrícola y en las explotaciones agraria, con un 52% y un 20% respectivamente, en ellos es donde se centran mayoritariamente los esfuerzos para introducir mejoras de eficiencia y ahorro energético.

### **Transformación de la energía.**

Este sector abarca las actividades cuyo fin es convertir la energía primaria en energía final, de manera que pueda ser usada en los sectores consumidores finales. El refinado del petróleo, la generación eléctrica y la cogeneración se encuentran dentro de las actividades de este sector.

Durante el periodo 2007-2010, en el sector petrolífero han ocurrido dos sucesos de gran relevancia en España: las nuevas especificaciones de los hidrocarburos (Clases A, B y C) y el aumento del número de coches con motor diesel del parque automovilístico. A pesar de la repercusión negativa en la eficiencia que esto ha supuesto al sector, las refinerías españolas han sabido adaptarse.

Según datos de IDAE la eficiencia energética en el sector de la generación eléctrica ha aumentado en un 5,7% durante el periodo 2007-2010. Esto es debido tanto a las mejoras de rendimiento de las centrales generadoras como al aumento de la aportación de las energías renovables en el mix energético, principalmente de tipo hidroeléctrico, eólico y solar.

En lo que se refiere a la Cogeneración, la potencia en España ha aumentado considerablemente en los últimos años. Según datos de IDAE, a finales de 2010 en España la potencia operativa es de 6704 MW, siendo incluidos 658 MW de las instalaciones de tratamiento y reducción de residuos.

#### ***4.1.   Ámbito de aplicación de la eficiencia energética en la industria.***

La eficiencia energética se debe aplicar al sector productivo de manera que se mejore la eficiencia en actividades como la producción de recursos energéticos, en la transformación y transporte de estos, en la fabricación de equipamientos industriales y en estos equipamientos, de manera que se pueda reducir el consumo energético. [4]

En la actualidad, se tiene la calidad como objetivo por encima de todo. Lo que se pretende conseguir es que, sin dejar de un lado la calidad, se introduzca como especificación de los productos su mayor eficiencia energética (certificado energético [37]). Esto, por ejemplo, se ha ido consiguiendo con las bombillas de bajo consumo. Se consigue no solo un menor consumo de energía, sino que además el consumidor verá reducidos los costes del uso de diferentes tecnologías.

Por tanto uno de los objetivos de la eficiencia energética es introducir el uso de productos y equipos con menor consumo de energía durante su vida útil. Se debe potenciar el uso de equipamiento en el que tenga más valor la eficiencia energética que otros factores.

En el sector industrial se debe potenciar el ahorro y la eficiencia energética de los procesos e impulsar la fabricación de productos que sean más competentes en su uso posterior o que requieran un menor consumo de energía durante su ciclo de vida útil. [21]

Se debe introducir la eficiencia energética como complemento a las fuentes de energía renovables. El desarrollo tecnológico debe impulsarlas en paralelo.

El sector industrial es muy variado y cada uno de sus subsectores tiene una evolución diferente en lo que se refiere a la eficiencia y el ahorro energético. Los subsectores con mayor potencial de ahorro son el de alimentación, el de bebidas y tabaco, la industria química, el sector de los minerales no metálicos, y el de siderurgia y fundición [7]. En cada uno de estos subsectores los costes energéticos afectan de forma diferente a los costes totales, debido a los diferentes procesos que utilizan. En algunos incluso los ahorros o cambios pueden repercutir en el producto final.

## 4.2. Agrupaciones de actividad del sector industrial.

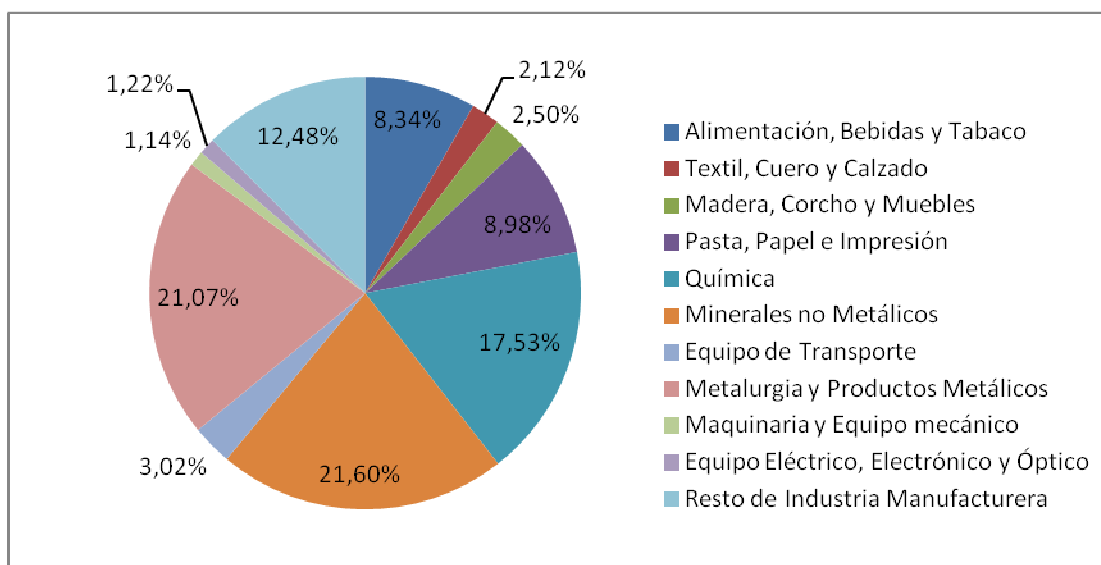
En los estudios de IDAE se diferencian 11 agrupaciones de actividad:

- Alimentación, Bebidas y Tabaco
- Textil, Cuero y Calzado
- Madera, Corcho y Muebles
- Pasta, Papel e Impresión
- Química
- Minerales no Metálicos
- Equipos de Transporte
- Metalurgia y Productos Metálicos
- Maquinaria y Equipo Mecánico
- Equipos Eléctricos, Electrónicos y Ópticos
- Resto de la industria manufacturera, entre las que se encuentra la Construcción

Estas agrupaciones representan cerca del 90% del consumo total de energía final de la industria.

A continuación se muestra la distribución del consumo de los diferentes subsectores del sector industrial:

**Gráfico 4.2. Consumo de los subsectores industriales en España (2010).**



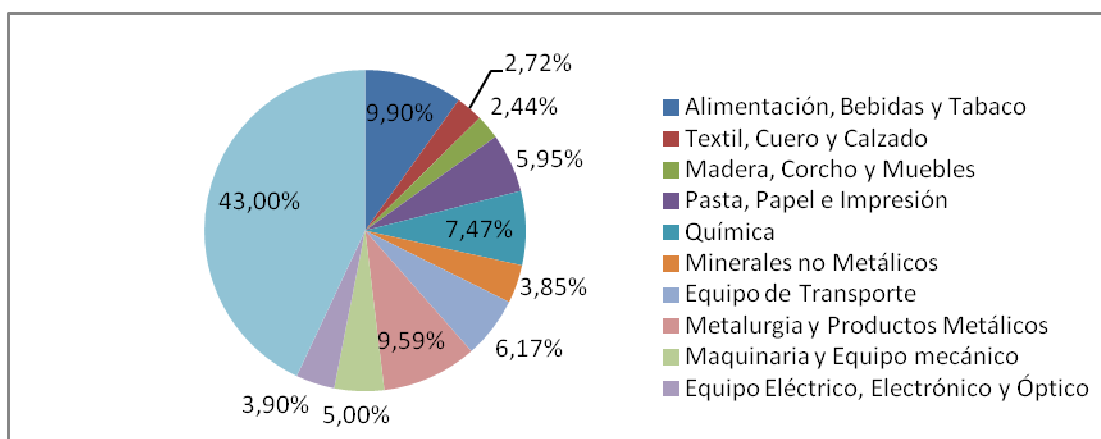
Fuente: MITYC/IDAE

Como se puede observar, el subsector de mayor consumo dentro de la industria es el de los Minerales no metálicos, representando un 21,6% del total. Le sigue de cerca con un 21%, el subsector Metalurgia y productos metálicos. La tercera agrupación de actividad, con mayor peso sobre el consumo total de la industria, es la industria Química.

En lo que se refiere al Valor Añadido Bruto, la distribución es algo diferente:



**Gráfico 4.3. Valor Añadido Bruto de los subsectores industriales en España (2010).**



Fuente: MITYC/IDAE

Las agrupaciones de actividad con un mayor VAB son Alimentación, Bebidas y Tabaco y Metalurgia y Productos Metálicos.

Los sectores con una mayor intensidad energética serán aquellos en los que haya mayor diferencia entre el porcentaje de consumo energético y el valor añadido. Por tanto, los sectores con una mayor intensidad energética serán los que tengan un gran consumo de energía en relación con su peso dentro de la economía del sector industrial. Estos sectores son: Química, Minerales no Metálicos y Metalurgia y Productos Metálicos.

#### **4.2.1. Alimentación, Bebidas y Tabaco.**

Este sector incluye la elaboración, procesamiento y conservación de productos alimenticios tales como, carnes, pescado, frutas, legumbres, aceites y grasas, lácteos, productos de molinería, almidones, preparados para animales, productos de panadería, azúcar, bebidas no alcohólicas, alcohólicas y tabaco. [14]

En la Comisión Nacional de Actividades Económicas (CNAE) se establece la división de esta agrupación de actividad con lo que el sector de Alimentación, bebidas y tabaco comprende los siguientes subsectores:

- Alimentación: División 10 CNAE-2009 (RAMI 15.1)
- Bebidas: División 11 CNAE-2009 (RAMI 15.2)
- Tabaco: División 12 CNAE-2009 (RAMI 15.3)

En su base de datos contiene los datos estructurales, los indicadores coyunturales y una comparación internacional para comprender su evolución. Según el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, la industria alimentaria española, con más del 23% de la producción industrial y más del 18% del empleo industrial, se posiciona como el primer sector industrial de la economía española y el quinto de Europa. En la siguiente tabla se encuentran los datos del sector para el año 2008 y 2009, recogidos de las presentaciones sectoriales del MITYC.

<b>ALIMENTACIÓN, BEBIDAS Y TABACO</b>			
<b>Variables básicas</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>% sobre total manufacturas</b>
<b>Número de empresas (NE)</b>	21.444	20.082	15,41
<b>Cifra de negocios</b>	101.272.531	92.443.087	23,78
<b>Producción</b>	95.568.354	87.015.826	23,68
<b>Valor Añadido (VA)</b>	20.718.711	19.794.586	9,9
<b>Ocupados (O)</b>	385.343	368.190	18,20
<b>Tamaño medio (O/NE)</b>	17,97	18,33	1,18
<b>Remuneración por asalariado (RA)</b>	30,0	30,6	0,88
<b>Productividad (VA/ocupados) (P)</b>	53,8	53,8	1,11
<b>Coste Laboral Unitario (RA/P)</b>	55,8	57,0	0,79
<b>Intensidad Inversora</b>	15,6	11,7	1,23
<b>Exportaciones (X)</b>	17.425,7	16.178,6	11,83
<b>Importaciones (M)</b>	18.008,1	16.215,9	10,14
<b>Saldo comercial (SC= X-M)</b>	-582,4	-37,3	--
<b>Índice Ventaja Comparativa (SC / X+M)</b>	-0,02	0,00	--

Fuente: MITYC, Presentaciones sectoriales [38]. Las cifras en rojo son el índice respecto a la media de la variable en el conjunto de la industria manufacturera (tanto por uno). La intensidad inversora es la inversión en maquinaria y equipo respecto al VA.

Se trata de una de las agrupaciones más relevantes de la actividad económica por su contribución del 9,9% al Valor Añadido Bruto de la industria (año 2010); por el gran número de establecimientos que se dedican a estas actividades; por la generación de empleos directos, pero sobre todo por el carácter estratégico del sector, al producir bienes para un consumo directo, la mayoría necesarios para la subsistencia humana.

En lo que se refiere al consumo energético, representa un 8,34% del total de la industria, para el año 2010. El consumo no es elevado, teniendo en cuenta el peso del sector en el VAB industrial, por lo que la intensidad energética será reducida.

Está compuesto por más de veinte mil empresas que al consumir un alto porcentaje de materias primas agrícolas contribuyen a la dinamización y sostenibilidad del medio rural. El empleo se suele mantener constante, inclinándose por la internacionalización, el desarrollo y la innovación, estando muy repartido en todos sus subsectores, destacando por encima de todos la industria cárnica. Es por tanto un sector estratégico de la economía nacional y del desarrollo rural, siendo uno de los principales motores de nuestra economía.

Esta agrupación de actividad se comporta de una manera cíclica, produciéndose un aumento de la producción cuando la economía del país avanza y viceversa.

El crecimiento de esta industria es más moderado que el de la industria manufacturera en su conjunto, pero mayor que el del PIB total debido a que es un sector al que le afecta menos la crisis por su importancia. En los periodos de bonanza económica no se suelen producir grandes cambios en el consumo, ya que el aumento de los ingresos no se traduce directamente en un aumento del consumo de alimentos, de ahí que lo normal es que las

empresas de este sector busque incrementar su rentabilidad, haciendo incursiones en el comercio exterior.

En España, el Índice de Producción Industrial (IPI) de este sector experimentó en los primeros meses de 2008 una leve caída, estabilizándose durante los siguientes meses y también, aunque con fluctuaciones, durante 2009 y 2010.

#### 4.2.2. Textil, cuero y calzado.

Este sector incluye la fabricación y/o preparación de productos textiles y cuero, tales como, hilandería, tejeduría, acabados y estampados textiles, confecciones, fabricación de tejidos de punto y ganchillo, adobo y teñido, curtido y fabricación de calzado y otros productos de cuero. La clasificación que se hace en la CNAE de este sector, divisiones 16, 17 y 18 (CNAE-2009), es la siguiente:

- Preparación e hilado de fibras textiles
- Fabricación de tejidos textiles
- Acabado de textiles
- Fabricación de tejidos de punto
- Fabricación de otros artículos confeccionados con textiles
- Fabricación de otros productos textiles de uso técnico e industrial
- Confección de prendas de vestir
- Fabricación de artículos de peletería
- Confección de prendas de vestir de punto
- Preparación, curtido y acabado de pieles y cuero

<b>TEXTIL, CUERO Y CALZADO</b>			
<b>Variables básicas</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>% sobre total manufacturas</b>
<b>Número de empresas (NE)</b>	15.907	13.120	10,071
<b>Cifra de negocios</b>	17.960.517	14.790.692	3,805
<b>Producción</b>	17.590.189	14.283.220	3,887
<b>Valor Añadido (VA)</b>	5.283.917	4.273.532	2,72
<b>Ocupados (O)</b>	178.131	141.747	7,008
<b>Tamaño medio (O/NE)</b>	11,20	10,80	0,70
<b>Remuneración por asalariado (RA)</b>	24,0	25,4	0,73
<b>Productividad (VA/ocupados) (P)</b>	30,1	30,3	0,62
<b>Coste Laboral Unitario (RA/P)</b>	79,8	83,8	1,17
<b>Intensidad Inversora</b>	7,2	3,2	0,34
<b>Exportaciones (X)</b>	10.597	10.377	7,585
<b>Importaciones (M)</b>	17.139	14.922	9,327
<b>Saldo comercial (SC= X-M)</b>	-6.542	-4.545	--
<b>Índice Ventaja Comparativa (SC / X+M)</b>	-0,24	-0,18	--

Fuente: MITYC, Presentaciones sectoriales [38]. Las cifras en rojo son el índice respecto a la media de la variable en el conjunto de la industria manufacturera (tanto por uno). La intensidad inversora es la inversión en maquinaria y equipo respecto al VA.

Esta agrupación representa el 2.72% del VAB del total de la industria para el año 2010. En lo que se refiere al consumo, su peso en la industria es de 2,12%. Se trata por tanto de una agrupación de menor importancia a la hora de hacer estudios de eficiencia energética. En términos de empleo, el 7% (luego la productividad de la mano de obra empleada en el sector es baja); en términos de exportaciones, el 7,6% y, de importaciones el 9,3%.

En la Unión Europea, el sector arroja porcentajes similares, sin embargo en España está más “exteriorizado”, al exportar más e importar menos. Esto se debe a la calidad del producto español ya que ofrece una amplia gama de productos demandados en el mercado internacional en cuanto a diseño, calidad, precio y servicio. Los artículos más vendidos en el exterior son las prendas de vestir, los tejidos y los hilados. Los productos españoles están presentes en más de 150 países del Mundo y sus empresas exponen en la Ferias más acreditadas.

El Índice de Producción Industrial (IPI) del sector en España descendió notablemente desde principios de 2008 y hasta el segundo trimestre de 2009, en consonancia con el resto de la industria, fecha desde la cual ha permanecido estable. En comparación con la UE, los descensos del sector en España fueron más acusados, debido a que España fue uno de los países que más ha acusado la crisis económica.

#### ***4.2.3. Madera, corcho y muebles.***

Este sector incluye aserraderos y cepilladura de madera, enchapados, partes y piezas de carpintería, fabricación de artículos y productos de madera y corcho. También la fabricación de muebles de todo tipo (incluido la fabricación de colchones), de cualquier material y para cualquier lugar, excepto muebles de cerámica y hormigón.

La CNAE distingue los siguientes subsectores para esta agrupación:

Para la Madera y Corcho (División 16 de la CNAE-2009 y Rama 19.1 de la clasificación RAMI), comprende los siguientes subsectores:

- Aserrado y cepillado de madera (CNAE-2009 grupo 16.1)
- Fabricación de productos de madera, corcho, cestería y espartería (CNAE-2009 grupo 16.2) con subgrupos: Fabricación de chapas y tableros de madera (16.21); Fabricación de suelos de madera ensamblados (16.22); Fabricación de otras estructuras de madera y piezas de carpintería y ebanistería para la construcción (16.23); Fabricación de envases y embalajes de madera (16.24) y Fabricación de otros productos de madera; artículos de corcho, cestería y espartería (16.29).

Para el del Mueble (División 31 de la CNAE-2009 y Rama 19.2 de la Clasificación RAMI), comprende los siguientes subsectores:

- Fabricación de muebles de oficina y de establecimientos comerciales
- Fabricación de muebles de cocina
- Fabricación de colchones
- Fabricación de otros muebles

<b>MADERA, MUEBLES Y CORCHO</b>			
<b>Variables básicas</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>% sobre total manufacturas</b>
<b>Número de empresas (NE)</b>	21.254	18.515	14,21
<b>Cifra de negocios</b>	19.188.102	13.781.436	3,55
<b>Producción</b>	18.481.609	13.396.432	3,65
<b>Valor Añadido (VA)</b>	6.191.014	4.552.867	2,44
<b>Ocupados (O)</b>	196.042	154.230	7,62
<b>Tamaño medio (O/NE)</b>	9,22	8,33	0,54
<b>Remuneración por asalariado (RA)</b>	26,1	26,2	0,75
<b>Productividad (VA/ocupados) (P)</b>	31,6	29,5	0,61
<b>Coste Laboral Unitario (RA/P)</b>	82,6	88,6	1,23
<b>Intensidad Inversora</b>	9,8	5,2	0,55
<b>Exportaciones (X)</b>	2.729,4	2.249,2	1,64
<b>Importaciones (M)</b>	4.518,8	3.168,4	1,98
<b>Saldo comercial (SC= X-M)</b>	-1.789,4	-919,2	--
<b>Índice Ventaja Comparativa (SC / X+M)</b>	-0,25	-0,17	--

Fuente: MITYC, Presentaciones sectoriales [38]. Las cifras en rojo son el índice respecto a la media de la variable en el conjunto de la industria manufacturera (tanto por uno). La intensidad inversora es la inversión en maquinaria y equipo respecto al VA.

El consumo de energía de este sector, expresado en porcentaje sobre el total de la industria, fue del 2,5% para el año 2010. El VAB por su parte fue de un 2,44% del total del valor añadido manufacturero. La intensidad energética de este sector no es de las más altas debido a que el consumo no es elevado para el peso del sector sobre el total de la industria.

Con datos de 2009 este sector representa un 3,65% del total de la producción. Moviliza el 7,62% del total del empleo industrial y es responsable del 1,64% de las exportaciones manufactureras españolas.

El Índice de Producción Industrial (IPI) del sector madera, muebles y corcho, viene experimentando desde mediados de 2007 una brusca caída más acusada y prolongada que la del conjunto de sectores industriales en España.

#### **4.2.4. Pasta, papel e impresión.**

Este sector engloba actividades como la fabricación de pasta de madera, papel y cartón, la fabricación de papel, cartón y envases, artículos varios de papel y/o cartón. También se encuentra dentro de este sector la edición de libros y publicaciones y las actividades de edición e impresión.

En la CNAE es denominado como “Papel, artes gráficas y reproducción de soportes grabados” y comprende los siguientes subsectores:

Para la industria del papel (CNAE-2009. División 17):

- Fabricación de pasta papelera, papel y cartón (17.1)
- Fabricación de artículos de papel y de cartón (17.2)

Para las artes gráficas y reproducción de soportes grabados (CNAE-2009 División 18):

- Artes gráficas y servicios relacionados con las mismas (18.1)
- Reproducción de soportes grabados (18.2)

<b>PASTA, PAPEL E IMPRESIÓN</b>			
<b>Variables básicas</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>% sobre total manufacturas</b>
<b>Número de empresas</b>	11.792	11.180	8,58
<b>Cifra de negocios</b>	22.041.457	18.868.172	4,85
<b>Producción</b>	21.628.241	18.393.074	5,01
<b>Valor Añadido (VA)</b>	7.156.723	6.097.505	5,95
<b>Ocupados</b>	139.145	123.408	6,10
<b>Tamaño medio (3)</b>	11,80	11,04	0,71
<b>Remuneración por asalariado</b>	34,1	33,9	0,97
<b>Productividad (VA/ocupados)</b>	51,4	49,4	1,02
<b>Coste Laboral Unitario (4)</b>	66,4	68,6	0,95
<b>Intensidad Inversora (5)</b>	15,1	10,1	1,06
<b>Exportaciones X</b>	3.746,6	3.165,7	2,31
<b>Importaciones M</b>	4.380,0	3.581,2	2,24
<b>Saldo comercial (SC= X-M)</b>	-633,3	-415,5	--
<b>Índice Ventaja Comparativa (6)</b>	-0,08	-0,06	--

Fuente: MITYC, Presentaciones sectoriales [38]. Las cifras en rojo son el índice respecto a la media de la variable en el conjunto de la industria manufacturera (tanto por uno). La intensidad inversora es la inversión en maquinaria y equipo respecto al VA.

Es el cuarto sector más intensivo en energía, solo por detrás de Minerales no metálicos, Químicas y Metalurgia; con un 8,98% sobre el total para el año 2010. Tiene un peso reducido, teniendo en cuenta el consumo que se produce, en el valor añadido de la industria (5,95%), por lo que la intensidad de este sector será elevada.

Moviliza el 6,1% del total del empleo industrial. Es responsable del 2,3% de las exportaciones manufactureras españolas

El Índice de Producción Industrial (IPI) del sector Pasta, papel e impresión, experimentó a lo largo de 2008 y mitad de 2009 una caída – del orden del 18% - algo menos acusada que la del conjunto de sectores industriales en España. A mediados de 2009 el sector inicia una moderada recuperación.

#### 4.2.5. Química.

En el sector de la industria química se incluye la fabricación de sustancias químicas básicas, productos químicos tales como pinturas y sus derivados, para el área agropecuaria, farmacéutica y cosmética. También se incluye el refinado del petróleo y combustible, la fabricación de plástico en forma primaria, y artículos de caucho.

El sector de la química (rama 8 de la clasificación RAMI, con productos farmacéuticos) comprende los siguientes subsectores:

Para la industria química (CNAE-2009. División 20):

- Fabricación de productos químicos básicos, compuestos nitrogenados, fertilizantes, plásticos y caucho sintético en formas primarias (20.1)
- Fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos (20.2)
- Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares; tintas de imprenta y masillas (20.3)
- Fabricación de jabones, detergentes y otros artículos de limpieza y abrillantamiento; fabricación de perfumes y cosméticos (20.4)
- Fabricación de otros productos químicos (20.5)
- Fabricación de fibras artificiales y sintéticas (20.6)

Para la fabricación de productos farmacéuticos (División 21):

- Fabricación de productos farmacéuticos de base (21.1)
- Fabricación de especialidades farmacéuticas (21.2)

QUÍMICA			
Variables básicas	2008	2009	% sobre total manufacturas
Número de empresas	3.217	3.147	2,42
Cifra de negocios	52.584.611	44.694.528	11,50
Producción	48.924.375	40.360.038	10,98
Valor Añadido (VA)	12.152.487	9.843.989	7,47
Ocupados	133.896	124.273	6,14
Tamaño medio (3)	41,62	39,49	2,54
Remuneración por asalariado	50,0	50,6	1,45
Productividad (VA/ocupados)	90,8	79,2	1,63
Coste Laboral Unitario (4)	55,0	63,9	0,89
Intensidad Inversora (5)	15,9	13,73	1,45
Exportaciones X	23.435,6	21.327,9	15,59
Importaciones M	32.616,3	30.095,1	18,81
Saldo comercial (SC= X-M)	-9.180,7	-8.767,2	--
Índice Ventaja Comparativa (6)	-0,16	-0,17	--

Fuente: MITYC, Presentaciones sectoriales [38]. Las cifras en rojo son el índice respecto a la media de la variable en el conjunto de la industria manufacturera (tanto por uno). La intensidad inversora es la inversión en maquinaria y equipo respecto al VA.



Representa un 10,98% del total de la producción y un 7,47% del total del valor añadido manufacturero para el año 2010.

Este sector moviliza el 5,7% del total del empleo industrial y es responsable del 15,7% de las exportaciones manufactureras españolas.

Es el tercer sector más intensivo en energía, consumiendo un 17,53% del total de la industria manufacturera. Por tanto, será importante analizar a fondo su intensidad energética e introducir medidas que permitan reducirla. De esta manera una ligera mejora de la intensidad energética, puede suponer un gran ahorro dentro del sector.

Adicionalmente, el sector es importante cualitativamente por sus relevantes efectos innovadores sobre el resto de la economía:

La industria química es estratégica para la economía española por su peso en la industria y su carácter fuertemente exportador e innovador. El sector químico es el primer inversor privado en I+D+i, y emplea a un porcentaje importante del personal investigador que trabaja en la empresa privada.

El sector químico es el mayor demandante y desarrollador de innovación y tecnología, especialmente en los campos de la biotecnología y las tecnologías ambientales eficientes.

El Índice de Producción Industrial (IPI) del sector químico en España experimentó a partir del segundo trimestre de 2008 y hasta el primer trimestre de 2009 una caída muy inferior a la experimentada por el conjunto de sectores industriales en España. A partir del primer trimestre de 2009 se observa un notable incremento de la producción del sector en el ámbito nacional y de la UE.

#### ***4.2.6. Minerales no metálicos.***

En el sector Minerales no metálicos se incluye la fabricación de vidrio y productos de vidrio, cerámica refractaria y no refractaria, productos de arcilla, hormigón, cemento, cal y yeso. La división en subsectores de este sector (División 23 de la CNAE-2009) que hace la CNAE es la siguiente:

- Fabricación de vidrio y productos de vidrio (CNAE-2009. Grupo 23.1).
- Fabricación de productos cerámicos (Grupos 23.2 a 23.4).
- Fabricación de cemento, cal y yeso (Grupos 23.5 y 23.6).
- Fabricación de otros productos de minerales no metálicos (Grupos 23.7 y 23.9).



MINERALES NO METÁLICOS			
Variables básicas	2008	2009	% sobre total manufacturas
Número de empresas	9.158	8.275	6,35
Cifra de negocios	33.190.577	23.734.187	6,11
Producción	32.888.969	23.116.445	6,29
Valor Añadido (VA)	10.838.381	7.348.261	3,85
Ocupados	180.499	145.388	7,19
Tamaño medio (3)	19,71	17,57	1,13
Remuneración por asalariado	35,9	36,6	1,05
Productividad (VA/ocupados)	60	50,5	1,04
Coste Laboral Unitario (4)	59,7	72,4	1,01
Intensidad Inversora (5)	11,79	10,17	1,07
Exportaciones X	5.112,3	4.218,4	3,08
Importaciones M	3.194,7	2.196,9	1,37
Saldo comercial (SC= X-M)	1.917,6	2.021,6	--
Índice Ventaja Comparativa (6)	0,23	0,32	--

Fuente: MITYC, Presentaciones sectoriales [38]. Las cifras en rojo son el índice respecto a la media de la variable en el conjunto de la industria manufacturera (tanto por uno). La intensidad inversora es la inversión en maquinaria y equipo respecto al VA.

Dentro de la industria manufacturera esta agrupación tiene un peso del 6,3% del total de la producción y un 3,85% del valor añadido manufacturero. Acapara cerca del 8% del empleo industrial, siendo además responsable del 3,1% de las exportaciones manufactureras.

Se trata de la agrupación de mayor consumo energético, con cerca del 22% del consumo energético total de la industria. Esto unido a que su VAB es pequeño, significa que la intensidad energética es elevada, siendo uno de los subsectores de mayor importancia a la hora de analizar su intensidad energética, así como a la hora de aplicar medidas y políticas de eficiencia energética.

En relación al valor de la producción global del sector, el subsector del Cemento Cal y Yeso representó, en el año 2008, el 50,2%, los Productos Cerámicos el 19,0% y el Vidrio y sus productos el 13,4%.

Atendiendo al número de ocupados, el subsector del Cemento Cal y Yeso representó, en el año 2008, el 36,0%, los Productos Cerámicos el 25,5% y el Vidrio y sus productos el 14,3%.

En el año 2008, el 52,6% del valor de las exportaciones del sector correspondieron al subsector de Productos Cerámicos, el 20,4% al Vidrio y sus productos y el 10,2% al Cemento Cal y Yeso.

En el mismo año el mayor importador fue el subsector del Vidrio y sus Productos, que absorbió el 43,2% de las importaciones globales del sector, seguido del de Productos Cerámicos (21,3%) y el del Cemento Cal y Yeso (18,1%).

Tras la profunda caída de 2008, el Índice de Producción Industrial (IPI) del sector Productos de minerales no metálicos en España experimentó a lo largo de 2009 un descenso del -14,7%, mucho más acusado que la del conjunto de sectores industriales en España (-5,2%)

#### 4.2.7. Siderurgia. Metalurgia y productos metálicos.

La división que hace el CNAE de esta Agrupación de Actividad se divide en dos ramas. El sector Metálicas Básicas (rama 05 de la clasificación RAMI y sector 24 de la CNAE2009) y el sector Productos metálicos (rama 09 de la clasificación RAMI y sector 25 de la CNAE-2009)

- Fabricación de productos básicos de hierro, acero y ferroaleaciones(grupo 24.1)
- Fabricación de tubos, tuberías, perfiles huecos y sus accesorios, de acero (24.2)
- Fabricación de otros productos de primera transformación del acero (24.3)
- Producción de metales preciosos y de otros metales no féreos (24.4)
- Fundición de metales (24.5)
- Fabricación de elementos metálicos para la construcción (25.1)
- Fabricación de cisternas, grandes depósitos y contenedores de metal (25.2)
- Fabricación de generadores de vapor (salvo calderas de CC) (25.3)
- Fabricación de armas y municiones (25.4)
- Forja estampación y embutición de metales; metalurgia de polvos (25.5)
- Tratamiento y revestimiento de metales; ingeniería mecánica por cuenta de terceros (25.6)
- Fabricación de artículos de cubertería, herramientas y ferretería (25.7)
- Fabricación de otros productos metálicos (25.9)

METALURGIA			
Variables básicas	2008	2009	% sobre total manufacturas
Número de empresas	1.279	1.199	0,92
Cifra de negocios	36.885.574	22.667.055	5,83
Producción	37.065.621	22.066.682	6,00
Valor Añadido (VA)	6.644.688	3.232.396	3,30
Ocupados	75.628	67.416	3,33
Tamaño medio (3)	59,13	56,23	3,62
Remuneración por asalariado	45,3	44,0	1,26
Productividad (VA/ocupados)	87,9	47,9	0,99
Coste Laboral Unitario (4)	51,6	91,8	1,28
Intensidad Inversora (5)	22,13	20,64	2,17
Exportaciones X	13.691,6	9.197,7	6,72
Importaciones M	14.891,3	7.624,8	4,77
Saldo comercial (SC= X-M)	-1.199,6	1.573,0	--
Índice Ventaja Comparativa (6)	-0,04	0,09	--

<b>PRODUCTOS METÁLICOS</b>			
<b>Variables básicas</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>% sobre total manufacturas</b>
<b>Número de empresas</b>	31.996	28.178	21,63
<b>Cifra de negocios</b>	46.190.045	31.925.939	8,21
<b>Producción</b>	44.669.300	31.166.009	8,48
<b>Valor Añadido (VA)</b>	15.681.055	11.176.596	11,39
<b>Ocupados</b>	355.814	284.297	14,05
<b>Tamaño medio (3)</b>	11,12	10,09	0,65
<b>Remuneración por asalariado</b>	31,6	32,0	0,92
<b>Productividad (VA/ocupados)</b>	44,1	39,3	0,81
<b>Coste Laboral Unitario (4)</b>	71,7	81,4	1,13
<b>Intensidad Inversora (5)</b>	8,5	5,3	0,55
<b>Exportaciones X</b>	6.171,3	4.855,8	3,55
<b>Importaciones M</b>	6.839,3	5.252,7	3,28
<b>Saldo comercial (SC= X-M)</b>	-668,0	-397,0	--
<b>Índice Ventaja Comparativa (6)</b>	-0,05	-0,04	--

Fuente: MITYC, Presentaciones sectoriales [38]. Las cifras en rojo son el índice respecto a la media de la variable en el conjunto de la industria manufacturera (tanto por uno). La intensidad inversora es la inversión en maquinaria y equipo respecto al VA.

Se trata de una de las agrupaciones más relevantes de la actividad económica tanto por su contribución al 9,09% al Valor Añadido Bruto de la industria en el año 2010; como por tratarse del segundo sector más intensivo en energía, solo por detrás de Minerales no metálicos, con un 21% del consumo energético industrial. Representa un 17,4% del total de la producción manufacturera, movilizand o el 18,4% del empleo en la industria. Es por esto que se trata de uno de los sectores más importantes a la hora de analizar intensidades energéticas.

### Metalurgia

Se trata de una industria considerada básica por constituir el primer eslabón de la cadena de valor de una multitud de productos: maquinaria y equipo mecánico, eléctrico, automoción, naval, aeroespacial, construcción, etc.

La producción de metales puede realizarse a partir de materias primas minerales o procedentes de chatarra, aunque en ambos casos la dependencia exterior, tanto del sector español como del europeo, es muy elevada.

### Productos metálicos

Los productos obtenidos son semielaborados de los metales correspondientes y sus aleaciones, que a su vez, constituyen materia prima para multitud de sectores, tales como construcción, automoción, aeronáutica, eléctrico, electrónica, comunicaciones, alimentación y bebidas, etc.

#### 4.2.8. Maquinaria y equipo mecánico.

Este sector engloba la fabricación de productos elaborados de metal, tales como los productos de un uso domestico, las herramientas de mano, recipientes de metal, bombas, compresores, grifos y válvulas. También incluye el tratamiento y revestimiento de metales. La fabricación de maquinaria de uso general, agropecuaria y forestal, motores, fabricación de aparatos de distribución de energía eléctrica, fabricación de instrumentación (de medir, verificar o ensayar), óptica, equipo fotográfico, la automoción y la construcción y reparación de buques, aviones y ferrocarriles. Dota de los medios productivos y de soluciones a la industria contribuyendo a mejorar su competitividad.

A continuación los subsectores en que se divide según la CNAE:

- Fabricación de maquinaria de uso general (CNAE-2009. Grupos 28.1 y 28.2).
- Fabricación de maquinaria agraria y forestal (Grupo 28.3).
- Fabricación de maquinas herramienta (Grupo 28.4).
- Fabricación de otra maquinaria para usos específicos (Grupo 28.9)

MAQUINARIA Y EQUIPO MECÁNICO			
Variables básicas	2008	2009	% sobre total manufacturas
Número de empresas	5.734	5.475	4,20
Cifra de negocios	24.306.590	17.514.049	4,51
Producción	23.522.552	16.667.871	4,54
Valor Añadido (VA)	7.514.739	5.901.516	5,02
Ocupados	130.742	114.056	5,64
Tamaño medio (3)	22,80	20,83	1,34
Remuneración por asalariado	39,1	38,8	1,11
Productividad (VA/ocupados)	57,5	51,7	1,07
Coste Laboral Unitario (4)	68,0	75,0	1,04
Intensidad Inversora (5)	6,1	5,4	0,57
Exportaciones X	11.776,1	9.698,4	7,09
Importaciones M	20.124,2	13.225,7	8,30
Saldo comercial (SC= X-M)	-8.348,1	-3.527,4	--
Índice Ventaja Comparativa (6)	-0,26	-0,15	--

Fuente: MITYC, Presentaciones sectoriales [38]. Las cifras en rojo son el índice respecto a la media de la variable en el conjunto de la industria manufacturera (tanto por uno). La intensidad inversora es la inversión en maquinaria y equipo respecto al VA.

El consumo de energía de este sector, expresado en porcentaje sobre el total de la industria, fue del 1,14% para el año 2010. El VAB por su parte fue de un 5% del total del valor añadido manufacturero. La intensidad energética de este sector no es de las más altas debido a que el consumo no es elevado para el peso del sector sobre el total de la industria. Se trata de uno de los sectores menos intensivos en energía

Con datos de 2009 este sector representa un 5% del total de la producción. Moviliza el 5,6% del total del empleo industrial y es responsable del 7,1% de las exportaciones manufactureras españolas. Actualmente, el sector es importante cualitativamente por su relevante efecto arrastre sobre el resto de la economía:

- Como proveedor de tecnología avanzada de producción, ocupa una posición clave en la economía, ya no sólo por el volumen de negocio y empleo que representan, sino porque condiciona el nivel de competitividad del resto de sectores industriales.
- Las exigencias actuales en cuanto a calidad e innovaciones tecnológicas, hacen que el sector centre sus esfuerzos en ello, para satisfacer convenientemente estas demandas. Como consecuencia, el sector ha adquirido un alto nivel de competencia, siendo la tecnología y la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías, las claves del éxito.

El Índice de Producción Industrial (IPI) del sector maquinaria y equipo mecánico, viene experimentando desde mediados desde 2010 una leve mejora tras la brusca caída sufrida en 2007, 2008 y 2009, caída que fue más acusada que la del conjunto de subsectores.

#### 4.2.9. Equipos eléctricos, electrónicos y ópticos.

La clasificación del sector Electrónica y TIC comprende los siguientes subsectores:

- CNAE-2009 26.1: Componentes electrónicos
- CNAE-2009 26.2 y 26.8: Tecnologías de la información
- CNAE-2009 26.3: Equipos de telecomunicaciones
- CNAE-2009 26.4 y 26.7: Electrónica de consumo, óptica y fotografía
- CNAE-2009 26.5: Electrónica profesional
- CNAE-2009 26.6: Dispositivos médicos

EQUIPOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y ÓPTICOS			
Variables básicas	2008	2009	% sobre total manufacturas
Número de empresas	1.753	1.577	1,21
Cifra de negocios	9.852.130	6.446.716	1,66
Producción	8.945.049	5.862.645	1,60
Valor Añadido (VA)	2.484.226	2.008.426	2,05
Ocupados	41.734	35.940	1,78
Tamaño medio (3)	23,81	22,79	1,47
Remuneración por asalariado	39,4	39,7	1,14
Productividad (VA/ocupados)	59,5	55,9	1,15
Coste Laboral Unitario (4)	66,3	71,1	0,99
Intensidad Inversora (5)	11,0	5,5	0,58
Exportaciones X	5.893,9	4.659,1	3,41
Importaciones M	25.748,0	16.157,3	10,07
Saldo comercial (SC= X-M)	-19.854,1	-11.498,1	--
Índice Ventaja Comparativa (6)	-0,63	-0,55	--

Fuente: MITYC, Presentaciones sectoriales [38]. Las cifras en rojo son el índice respecto a la media de la variable en el conjunto de la industria manufacturera (tanto por uno). La intensidad inversora es la inversión en maquinaria y equipo respecto al VA.

La Agrupación de Actividad Equipos eléctricos, electrónicos y ópticos tiene un consumo reducido dentro del sector industrial, con un 1,22%, y aporta cerca del 4% del Valor Añadido Bruto a la industria. El volumen de empresas dedicadas a este sector es reducido en comparación con los otros subsectores industriales.

Representa un 1,9% del total de la producción y un 2,0% del total del valor añadido manufacturero, movilizand o el 1,8% del total del empleo industrial y es responsable del 3,4% de las exportaciones manufactureras españolas

Adicionalmente, el sector es importante cualitativamente por sus relevantes efectos innovadores sobre el resto de la economía:

- El sector proyecta su influencia sobre el resto de sectores industriales permitiéndoles desarrollar nuevas formas organizativas y aporta nuevos elementos que les permite mejorar su innovación.
- La industria Electrónica y TIC es de las más sofisticadas y avanzadas en sus técnicas y procedimientos de producción, su aportación a la actividad económica permite incrementar la productividad y reducir costes, contribuyendo en definitiva a mejorar la competitividad de la economía en su conjunto.

El Índice de Producción Industrial (IPI) del sector Equipos eléctricos, electrónicos y ópticos en España experimentó desde el segundo trimestre de 2008 y hasta el tercer trimestre de 2009 una brusca caída –del orden del 35%–, mayor que la del conjunto de sectores industriales. A partir del tercer trimestre de 2009 y hasta el segundo trimestre de 2010, momento en el que vuelve a descender, se observa una moderada recuperación.

#### ***4.2.10. Resto de la industria manufacturera.***

Esta agrupación engloba a las distintas ramas que son menos intensivas en energía como son:

- Transformación del Caucho y Materias plásticas,
- Extractivas no Energéticas,
- Construcción,
- Reciclaje,
- Otras industrias manufactureras.

## 5. Base de datos ODYSSEE.

La comparación internacional mediante intensidades energéticas, es una comparación relativa ya que únicamente tiene en cuenta el consumo energético y el PIB. La situación, geográfica, climática, económica y tecnológica de cada país, afecta directamente a su consumo energético y a su economía, y por lo tanto a los indicadores de eficiencia energética. ODYSSEE creó nuevos indicadores ajustados con el fin de paliar los posibles desajustes, indicadores empleados por todas las agencias energéticas. A pesar de esto, siguen siendo indicadores principalmente económicos que miden la eficiencia en la producción de capital y no en el uso de la energía.

*“Los indicadores energéticos ajustados tienen en cuenta las diferencias existentes entre los países en el clima, la estructura económica o en la tecnología.”*

ODYSSEE-MURE, 2007 [9]

En un nuevo intento de afinar los indicadores de eficiencia energética, ODYSSEE creó el índice ODEX. En esta ocasión, no se trata de establecer relaciones internacionales entre los indicadores, sino entre los sectores energéticos de un mismo país. La eficiencia energética de los diferentes sectores de la economía suele medirse por indicadores diferentes, generados al dividir consumo energético entre un indicador físico, como pueden ser vehículos, pasajeros, kilómetros, toneladas de producción. Estos indicadores impiden establecer relaciones entre los diferentes sectores, algo que se soluciona con el índice ODEX.

La base de datos de ODYSSEE presenta una selección de 25 indicadores clave de eficiencia energética, desarrollados dentro del proyecto ODYSSEE-MURE. Está coordinado por ADEME y apoyado bajo el programa “Energía Inteligente” de la Comisión Europea. Este proyecto reúne a representantes como son las Agencias de la energía de los 27 estados miembros de la Unión Europea más Noruega y Croacia, dirigidas a la supervisión de las tendencias de eficiencia energética y las medidas políticas adoptadas en Europa. La red de equipos nacionales de cada país pone al día los datos con regularidad. En España se encarga el *Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE)*. La base de datos está dirigida por Enerdata y actualizada 2 veces por año.

### 5.1. *Objetivos:*

Los principales objetivos del proyecto ODYSSEE son:

- Monitorización del progreso de la eficiencia energética (y las reducciones de CO<sub>2</sub>) en los países de la UE-27 más Noruega y Croacia;
- Comprender las tendencias de la demanda energética en los países de la Unión Europea;
- Comparar los países en cuanto a eficiencia energética, así como a valores de referencia;
- Medición de la contribución de la eficiencia energética innovadora y de las tecnologías de energías renovables a los objetivos de Lisboa para hacer Europa más competitivo;



- Analizar y evaluar el funcionamiento de las políticas de eficiencia energética en los diferentes estados miembros de la Unión Europea y a nivel de Unión Europea-

### **5.2. Resultados esperados**

- Evaluación y análisis de las mejoras en eficiencia energética y la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> por sector a nivel de Unión Europea, y para cada país miembro de esta, más Noruega y Croacia durante los últimos 10 años, por indicadores puestos al día y armonizados.
- Proporcionarnos un valor de referencia para comparar el funcionamiento relativo de la eficiencia energética en los países de la Unión Europea por indicadores ajustados y comparables, así como la comparación de la Unión Europea con otros países de OCDE.
- La evaluación y el análisis de las medidas políticas para el uso racional de la energía y para la promoción del uso de las energías renovables en los estados miembros Unión Europea, así como su impacto.
- Informe por sectores sobre tendencias de eficiencia energética y políticas (industria, edificios y transporte).
- Adopción de una metodología común para calcular y supervisar el ahorro de energía de una manera descendente (o top-down).

### **5.3. Metodología ODEX. Un indicador descendente top-down para capturar el ahorro de energía en Europa.**

El proyecto de Odyssee ha desarrollado un índice para medir el progreso de eficiencia energética por país, por sector y para todos los consumidores finales.

- ODEX por sector combina índices de consumo unitarios por subsector, en un índice para el sector, teniendo en cuenta el peso de cada subsector en el total.
- El índice de consumo unitario por subsector puede usar diferentes unidades físicas para hacer posible la evaluación de la eficiencia energética: toe / m<sup>2</sup>, kWh/aplicación, toe/ton, litro/100km...
- ODEX en este momento se calcula en base a 26 subsectores (7 modos en transporte, 9 usos finales/equipamiento para casas, 10 ramas en la industria)

A continuación, una lista detallada de los indicadores de ODYSSEE. Solo se exponen aquellos relacionados con indicadores macroeconómicos y los enfocados al sector industrial.



Sector	Ramas/ Sectores/ Usos finales	Datos técnicos y económicos	Indicadores de EE
<b>Macro</b>	Total	Consumo primario	Intensidad energética(IE) primaria
	Industria	Consumo final	Intensidad energética final
	Transporte	Demografía	Índice de eficiencia energética
	Residencial - Terciario - Agricultura	PIB, Valor Añadido	Emisiones de CO2
			Intensidad de CO2

Fuente: ODYSSEE

Sector	Ramas/ Sectores/ Usos finales	Datos técnicos y económicos	Indicadores de EE
<b>Industria</b>	Industria química	Consumo energético por rama	Índice de eficiencia energética
	Metales primarios	Índice de producción por rama	IE por rama
	- Siderurgia	Valor añadido por rama	IE a estructura ajustada
	- No férricos	Producción física para productos intensivos	CE por productos intensivos(tep/t)
	Minerales no metálicos		Intensidad de CO2 por sector
	- Cemento		
	- Vidrio		
	Papel y pintura		
	Alimentación y bebidas		
	Textil		
	Maquinaria y fabricación		
	Equipamiento de transporte		
	Industrias varias		
	Madera		
	Minería		
	Construcción		

Fuente: ODYSSEE

### 5.3.1. Definición general.

ODEX es el índice usado en el proyecto de ODYSSEE-MURE para medir el progreso de eficiencia energética por sector (industria, transporte, residencial) y para la economía entera (todos los consumidores finales).

Para cada sector, el índice se calcula como un promedio ponderado de los índices subsectoriales de progreso de eficiencia energética; subsectores industriales, ramas del sector servicios, usos finales para residencias o modos de transporte.

Los índices subsectoriales, se calculan a partir de las variaciones de los indicadores de consumo de energía unitarios medidos en unidades físicas y son seleccionados para proporcionar la mejor forma de evaluar el progreso de eficiencia energética, desde un punto de vista político. Los índices usados permiten combinar unidades diferentes para un sector dado, por ejemplo para el kWh/aplicación para casas, koe/m2...

La agregación del progreso en eficiencia energética en cada rama industrial es un índice basado en el peso de cada rama en el consumo energético del sector.

Un valor de ODEX igual a 90 significa un beneficio de eficiencia energética del 10 %.

#### **Cuadro 1: Principio de cálculo de ODEX**

Considerando dos subsectores con una parte del consumo del 60 % y el 40 % respectivamente en el año base y un cambio del consumo de unidad de 100 a 85 para el primer subsector y 100 a 97.5 para el segundo, el índice ponderado medio con un simple sistema ponderación es:

$$0.6 * (85/100) + 0.4 * (97.5/100) = 90$$

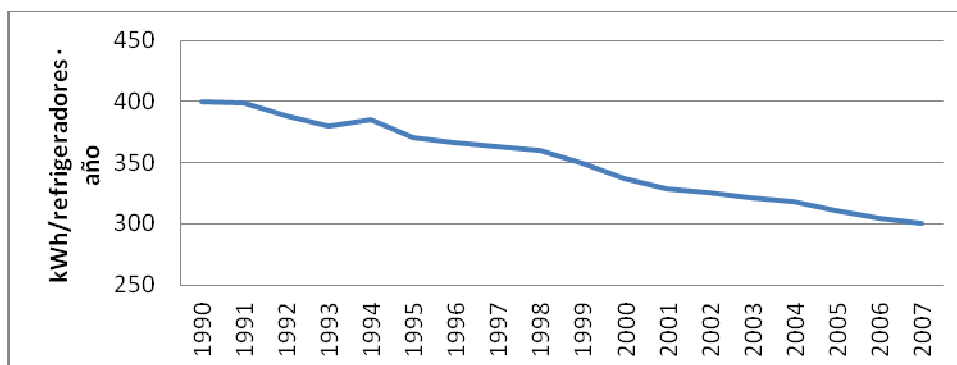
Fuente: ODYSSEE [9]

Los indicadores ODEX representan una mejor forma de evaluar tendencias de eficiencia energética en un nivel agregado (p.ej: la economía total, la industria, residencias, transporte, servicios) que las intensidades de energía tradicionales, ya que están limpios de cambios estructurales y de otros factores no relacionados con la eficiencia energética (más aplicaciones, más coches...).

### 5.3.2. Ahorro de energía.

El ahorro de energía calculado de una manera descendente o top-down se obtiene multiplicando la variación de un consumo de energía unitario por un indicador de actividad durante un período de referencia. Por ejemplo, el ahorro de energía de una aplicación dada (p.ej. refrigeradores), se obtiene de la variación en el consumo específico medio de energía por aplicación (en kWh/año), multiplicado por el número de refrigeradores; por ejemplo, una reducción del consumo específico de refrigeradores de 400 a 300 kWh en un país con un 1 millón de refrigeradores pasará en total ahorros de electricidad iguales a 100 GWh.

Ejemplo de cálculo de ahorros de energía de una manera descendente o top-down (refrigeradores)



Fuente: ODYSSEE

Asumiendo que existen 1 millón de refrigeradores en 2010  
Ahorros de energía en 2010(comparados con 1990) =  $(400-300) \cdot 10^6 = 100 \text{ GWh}$   
Porcentaje de ahorro de energía =  $100/400 = 25\%$

### 5.3.3. Elección del sistema de ponderación.

El sistema de ponderación usado para calcular el índice ODEX ha sido definido de tal modo que ODEX es igual a la proporción de ahorro de energía, p. ej: la proporción entre el consumo de energía real (E) del sector en el año t y el consumo de energía real (E) sin el ahorro de energía (ES):

$$\text{ODEX} = (E / (E+ES)) \cdot 100.$$

Por ejemplo, si el consumo real del sector es 50 Mtoe y si el ahorro de energía es 10 Mtoe, ODEX es igual a  $(40/50) \cdot 100 = 80$ . Tal índice de 80 es equivalente a un ahorro de energía del 20 %.

El ahorro de energía (ES) puede ser sacado fácilmente del índice de la fórmula anterior:

$$ES = E \cdot ((100/\text{ODEX})-1)$$

Por ejemplo, si el consumo real del sector es 50 Mtoe y si el ODEX es igual a 90, el ahorro de energía es igual a  $50 \cdot ((100/90)-1) = 5.56 \text{ Mtoe}$

La siguiente tabla ilustra el cálculo del índice de eficiencia energética y los ahorros en el caso de la industria del cemento.

	Unidades	t0=2000	t=2005
<b>Producción (P)</b>	Mt	26.92	30.6
<b>Consumo (E)</b>	Mtoe	1,9	2,1
<b>Consumo unitario (CU)</b>	toe/t	0,076	0,07
<b>Ahorros de energía</b>	Mtoe		0,18
<b>Índice de eficiencia energética</b>	índice		92

Fuente: Oficemen [39]/ ODYSSEE [9]

Los ahorros de energía miden el impacto de la variación del consumo de energía unitario por tonelada de cemento. Se calcula multiplicando la producción de cemento por la variación de consumo unitario (CU) entre el año 2000 de base y el año  $t=2005$ :

$$P_t * (CU_{t0}-CU) = 30.6 \cdot (0.076-0.07) = 0.18 \text{ Mtoe.}$$

El índice de eficiencia energética de la industria de cemento en 2000 es entonces  $2.1 / (2.1+0.18) = 92$ , lo que quiere decir que la eficiencia energética en 2005 con respecto a 2000 mejoro un 8 %.

#### 5.3.4. Sistema de ponderación en ODEX.

La variación del índice del consumo unitario ponderado entre  $t-1$  y  $t$  es definida de la siguiente manera:  $I_{t-1}/I_t = \sum (EC_{i,t} \cdot (CU_{i,t}/ICU_{i,t-1}))$  con  $CU_i$ : índice de consumo unitario del subsector  $i$  y  $EC_i$ : parte de subsector  $i$  en el consumo total.

El valor en el año  $t$  puede ser sacado del valor en el año anterior invirtiendo el cálculo:  $I_t / I_{t-1} = 1 / (I_{t-1}/I_t)$ ,

ODEX adopta el valor 100 para el año de referencia y los valores sucesivos son obtenidos para cada año  $t$  por el valor de ODEX en el año  $t-1$  multiplicado por  $I_t / I_{t-1}$ .

La siguiente tabla muestra un ejemplo simple del cálculo de los índices ponderados de eficiencia energética para 2 ramas de la industria.

Índice de eficiencia energética	2007	2008	2009	2010
Química	100	109,7	76,7	79,7
Metalurgia y productos metálicos	100	100,3	109,6	113,9
Total	100	97,4	90,4	88,6

Fuente: IDAE. [7]

$$IE_{2008} = IE_{2007} \times (109,7/100 \times 0,48 + 100,3/100 \times 0,52) = 104,8$$

$$IE_{2009} = IE_{2008} \times (76,7/109,7 \times 0,44 + 109,6/100,3 \times 0,56) = 96,4$$

$$IE_{2010} = IE_{2009} \times (79,7/76,7 \times 0,46 + 113,9/109,6 \times 0,54) = 100,2$$

→ Beneficios de 3,6% en 2009 respecto a 2007. Por el contrario -0,2% en 2010.

#### 5.3.5. Año base para el cálculo ODEX: 1990 contra $t-1$ .

Dos años de referencia alternativos pueden ser usados: un año fijo base o un año de referencia que se desplaza (año  $t-1$ ).

En el año base fijo, todas las variaciones en el consumo unitario son medidas en relación con un año base fijo (p.ej. 1990); es decir, el progreso de eficiencia energética es medido comparado a la situación de 1990. La variación del ODEX es obtenida por la ponderación de los beneficios de cada sector entre el año  $t$  y 1990. La desventaja de esto consiste en

que los resultados están fuertemente influenciados por la situación en el año de referencia.

El cálculo usado en ODYSSEE está basado en un año base que se desplaza, lo que quiere decir que los beneficios de eficiencia energética son medidos en relación con el año anterior. ODEX acumula el ahorro de energía incremental a partir de un año al otro.

#### ***5.3.6. Cálculo de ODEX como un promedio de 3 años movidos***

Las tendencias observadas para algunos sectores o usos finales, son muy irregulares, lo que causa fuertes fluctuaciones en el ODEX, que son difíciles de entender como un progreso de eficiencia energética, ya que normalmente debería cambiar suavemente (el cambio incremental técnico). Tales fluctuaciones pueden ser debidas a varios factores: correcciones climáticas imperfectas, sobre todo con inviernos calientes, factores conductuales, influencia de ciclos de negocio e imperfección de las estadísticas, especialmente para el último año.

Para reducir las fluctuaciones, ODEX es calculado como un promedio de 3 años movidos. El valor usado para el año  $t$  es el promedio de  $t-1$ ,  $t$  y  $t+1$ . Este método tradicionalmente es usado en estadística.

#### ***5.3.7. Caso de subsectores no considerados en ODEX.***

Algunos subsectores no son considerados para el índice ODEX, como la minería, la construcción, otras industrias manufactureras, pequeñas aplicaciones eléctricas, iluminación, servicios. La razón es que el progreso de eficiencia energética es difícil de capturar con los indicadores existentes (p.ej. el consumo de electricidad por vivienda o empleado), que por lo general aumenta debido a la existencia de un mayor número de aplicaciones. La suposición implícita en el modo de cálculo del ODEX es que todos estos subsectores tienen los mismos beneficios de eficiencia energética que el promedio del sector.

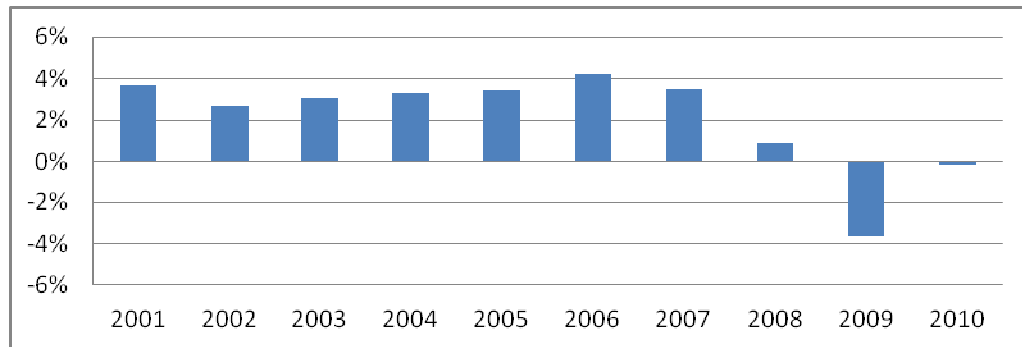
Para la industria, la evaluación es realizada en 10 ramas:

- 4 ramas principales: productos químicos, alimentación, textil y cuero y equipamiento;
- 3 ramas con gran intensidad de energía: acero, cemento y pulpa y papel
- 3 ramas residuales: otros metales primarios, otros minerales no metálicos y otra pulpa, papel y pintura.

## 6. Análisis estadístico. Comparativa internacional.

En el año 2008 la economía española, en general y de manera similar a los años precedentes, crecía de manera continuada. Sin embargo, a partir de ese mismo año se comenzó a apreciar una leve desaceleración en el ritmo de crecimiento. Fue el comienzo de la crisis económica que aun se sufre en estos días. En el año 2009 la desaceleración del crecimiento se tradujo en una recesión, con un descenso del PIB del 3,68% respecto al año anterior. En el año 2010 se estabilizó el PIB, viéndose reducido de manera ligera.

**Gráfico 6.1. Variación interanual del Producto Interior Bruto español.**



Fuente: INE [17]

### - Recesión económica de 2009. [40]

Precediendo a la recesión, presenciamos una desaceleración de la económica, creciendo más despacio de lo normal. Cuando llega un punto en que la economía no solo deja de crecer, sino que decrece, disminuyendo la producción y el Producto Interior Bruto de un país, estamos ante lo que se conoce como una recesión económica. Si se prolonga en el tiempo estamos ante una crisis o depresión.

Uno de los problemas cuando nos encontramos en una época de recesión económica es que los consumidores, por temor a su futuro económico, dejan de gastar y al disminuir el consumo provocan el colapso del sector empresarial, lo que conlleva al cierre de muchas empresas y con ello el despido de los trabajadores. Entonces se produce un efecto de aumento sobre la intensidad energética, ya que se produce menos, pero se sigue consumiendo o lo que es lo mismo, no se produce a pleno rendimiento.

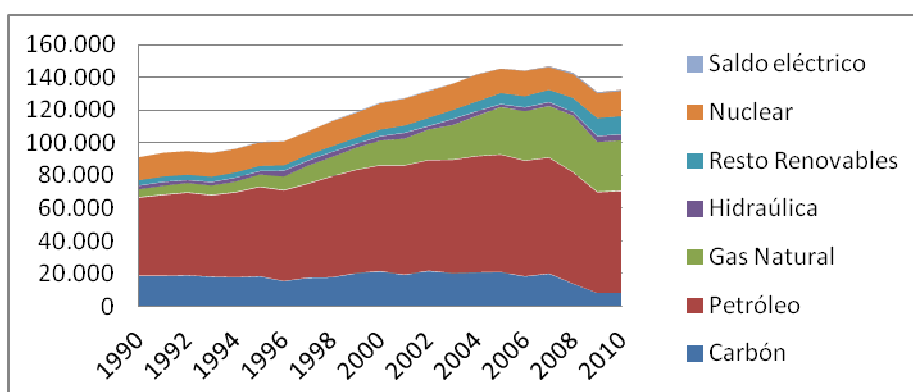
La crisis económica mundial que vivimos desde 2008, y que tuvo su origen en los Estados Unidos (crisis financiera), afecta de manera directa al sector industrial por los altos precios de las materias primas y la crisis de recursos energéticos. Ha sido señalada por muchos especialistas internacionales como “la crisis de los países desarrollados”, ya que son los países más ricos los que más la sufren.

En España, esta crisis se constata a través de una cierta desaceleración, entonces ya evidente, en el sector de la construcción, con el efecto que ha causado sobre los demás sectores, por ejemplo el sector de los minerales no metálicos, por su consumo directo de cemento.

## 6.1. Energía primaria

En el año 2010, el consumo de energía primaria ascendió a 131.927 ktoe, es decir un 1,05% superior al año anterior. Desde el año 2005 hasta el año 2008, se venía produciendo una tendencia a la baja, con un fuerte descenso en el año 2009. Este ligero aumento en 2010, se debe a la estabilización después de la fuerte bajada producida por la recesión en 2009. Por fuentes de energía, con el paso de los años, el consumo de gas natural es el que más ha aumentado, debido a la generación de electricidad tanto de cogeneración como en las nuevas centrales de ciclo combinado. La energía nuclear se mantiene constante con el paso de los años, debido a que son las centrales con mayor disponibilidad. Mientras tanto, las energías renovables siguen aumentando progresivamente su uso con el paso de los años y adquiriendo cada vez una mayor importancia. Por su parte, el carbón es la energía primaria que más ha visto reducida su utilización, debido a su poder contaminante. En el año 2008 tuvo una caída del 31,6%, siendo reemplazada por otras energías “más limpias”.

**Gráfico 6.2. Consumo de energía primaria en España (ktoe)**



Fuente: MITYC-IDAE

La mayor participación de las energías renovables y del gas natural en la cobertura a la demanda de energía primaria, unida a políticas de eficiencia energética, ha supuesto una contribución positiva en la mejora de eficiencia del sistema energético, tal y como se desprende de la tendencia a la baja en el consumo de energía primaria en los años anteriores a la recesión económica.

Las principales diferencias entre España y UE-27 [36] en lo que se refiere a la demanda de energía primaria, son la mayor utilización de petróleo por parte de España, que supone casi la mitad de la cobertura energética española, mientras que en la UE-27, no alcanza el 40%; y la mayor presencia de la energía nuclear en la UE-27. La elevada dependencia energética de España viene explicada por la importancia del petróleo, en su mayoría importado.

No existen apenas diferencias entre el consumo de carbón, gas natural y energías renovables. Estas últimas representan tanto en España como en la UE-27, en torno al 10% de la cobertura.

España ocupaba en el año 2008, la quinta posición entre los países con mayor consumo de energía primaria, encontrándose en una duodécima posición en términos de consumo per cápita.

### **Intensidad de energía primaria**

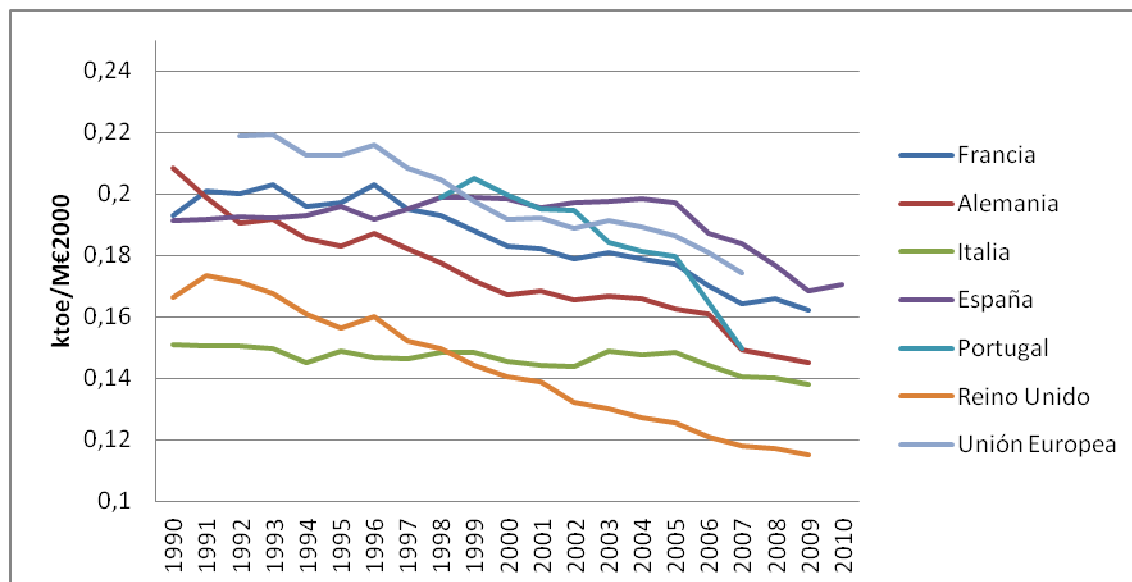
*“La intensidad energética primaria mide cuánta energía requiere cada país o región para generar una unidad de PIB. Por lo tanto, es más un indicador de «productividad de la energía» que un verdadero indicador de eficiencia desde un punto de vista técnico.”*

**World Energy Council (2004). [41]**

En el año 2010, el aumento del 1,05% en el consumo de energía primaria, estuvo acompañado de una reducción del PIB del 0,15%, lo que dio como resultado un crecimiento interanual de la intensidad energética primaria del 1,18%. Este aumento de la intensidad no sigue la tendencia iniciada en 2004, momento en el que se nota un posible desacoplamiento entre la actividad económica y la demanda energética. El que sea distinto a la tendencia se debe a que en el año 2009 se redujo en demasía el consumo debido a diferentes factores(unido al descenso del PIB también), lo que produce que al aumentar el consumo en el año 2010 y mantenerse el PIB más o menos constante, la intensidad aumente.

En definitiva, la evolución de este indicador implica una convergencia con las tendencias registradas en los últimos años en cuanto a mejora de la eficiencia energética a nivel de la media europea, así como de países de nuestro entorno geográfico.

**Gráfico 6.3. Intensidad de energía primaria en los países de la UE.**



Fuente: EnR [42]- IDAE [25]. Nota: Los datos de la intensidad primaria para España se han calculado a partir de las cifras de Producto Interior Bruto publicadas por el INE a precios constantes de 2000 y de acuerdo con el nuevo sistema europeo de cuentas.

La mejora observada en la intensidad ocurre de manera previa al inicio de la actual crisis económica y financiera internacional. La crisis está teniendo impacto en la riqueza y actividad económica nacional, según se evidencia en la disminución del PIB español. No



obstante, el descenso más acusado en la demanda energética parece indicar la existencia de factores ajenos a la crisis, que repercuten en la mejora de la intensidad energética, y con ello, en el desacoplamiento de la actividad económica y demanda energética, registrado desde el año 2005.

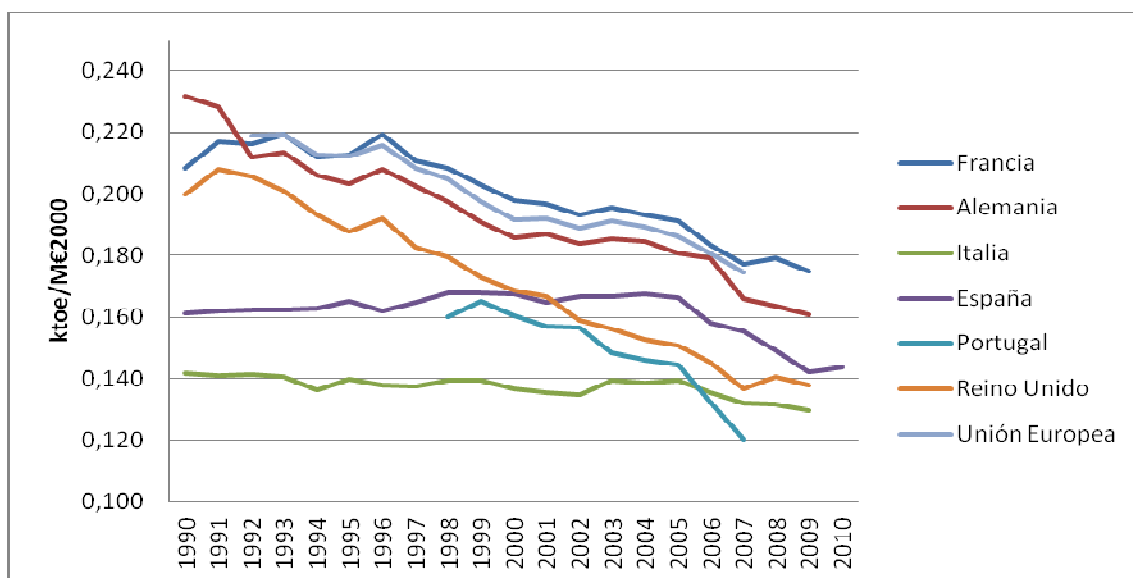
La intensidad energética primaria en España se ha estabilizado con el paso de los años con una ligera tendencia a la baja (entre los años 2004 y 2009, más pronunciada), aproximándose al nivel de la media europea, donde en términos generales se vienen registrando mejoras interanuales de la intensidad energética.

La futura evolución del PIB y del consumo energético permitirá obtener conclusiones más acertadas sobre la influencia de la crisis en la evolución de la eficiencia energética. Se espera, según IDAE, que la crisis sirva de ejemplo para acometer los cambios necesarios para la mejora de la eficiencia y el ahorro energético, que más adelante supondrán un ahorro económico y una mejora de la competitividad entre empresas.

### Intensidad de energía primaria a paridad de poder de adquisitivo

El análisis de un indicador en términos de paridad de poder adquisitivo permite una comparación más ajustada entre países de las tendencias de la intensidad energética. Tiene como objetivo eliminar las diferencias entre los países en cuanto al nivel de precios, ajustando el PIB a la referencia de la UE, disminuyendo así la intensidad en países como España, con un menor coste de vida, o aumentando en aquellos otros países donde sucede lo contrario, como es el caso del Reino Unido. De todas formas, el uso de las paridades de poder adquisitivo no afecta a las tendencias de las intensidades energéticas, resultando un indicador más realista a efectos de comparaciones a nivel internacional, y por tanto, de mayor utilidad de cara a las políticas comunitarias y nacionales orientadas a la mejora de la eficiencia energética y competitividad de sus economías.

**Gráfico 6.4. Intensidad de energía primaria ajustada a paridad de poder adquisitivo (UE27 referencia).**



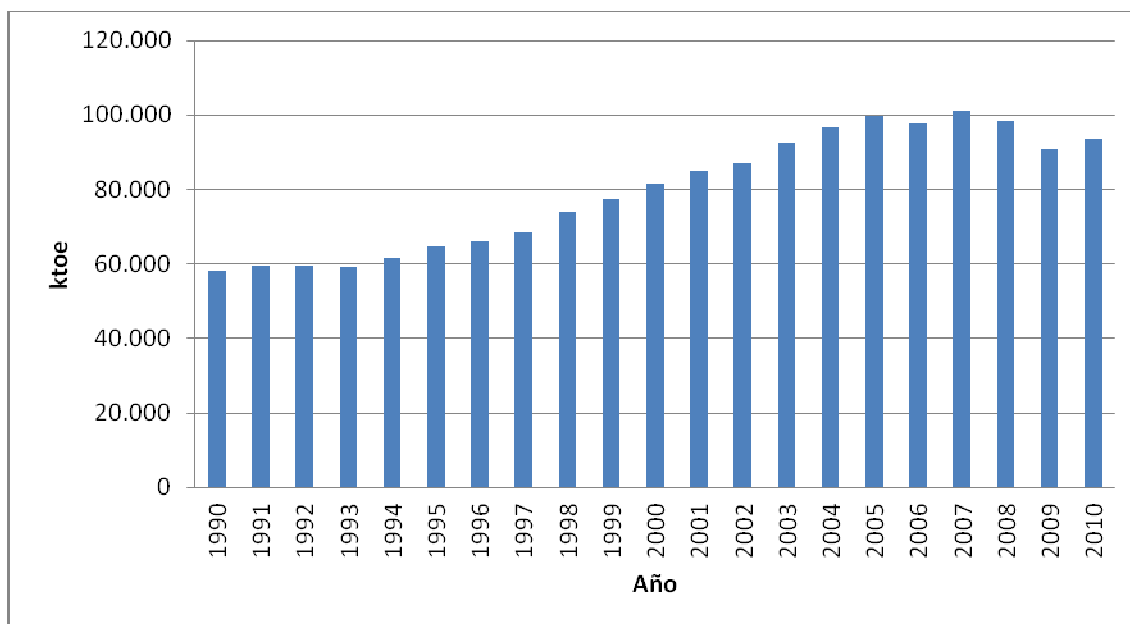
Fuente: IDAE [25]

Este indicador, al igual que el anterior, nos muestra un cambio de la tendencia a partir del año 2004, lo cual conduce en el 2008 a una reducción acumulada en dicho periodo del 11% en el consumo energético necesario para la obtención de una unidad de PIB. A ello han podido contribuir cambios estructurales ocurridos en el conjunto de la economía. [4]

## 6.2. Energía final

La tendencia a lo largo de los años es similar al de la energía primaria, con un aumento progresivo del consumo de energía final, coincidiendo con el desarrollo de nuestra sociedad y la mayor demanda de energía que ello conlleva. Sin embargo a partir del año 2004 y con la concienciación y las medidas relativas al ahorro de energía, este consumo fue disminuyendo. En 2009 se registro un descenso aun más brusco, sin embargo el consumo de energía final en España en el año 2010, aumento un 2,77% respecto a 2009, alcanzando el consumo de 93.423 ktoe. Esto se debe al impacto de la crisis, por lo que es difícil evaluar el comportamiento del consumo.

**Gráfico 6.5. Consumo de energía final en España.**



Fuente: Eurostat [36]- IDAE [25]

Anteriormente a la crisis, en el año 2008, se registro un descenso del 2,6% respecto al año anterior, siguiendo la tendencia iniciada en 2004. A esta situación contribuyeron prácticamente todas las fuentes energéticas, que a excepción de las energías renovables, vieron disminuir su participación en la demanda. Esto fue especialmente notable en el caso de los productos petrolíferos —responsables de más del 50% de la cobertura a la demanda energética final—, y del carbón, cuyos consumos se redujeron notablemente.

## Intensidad de energía final

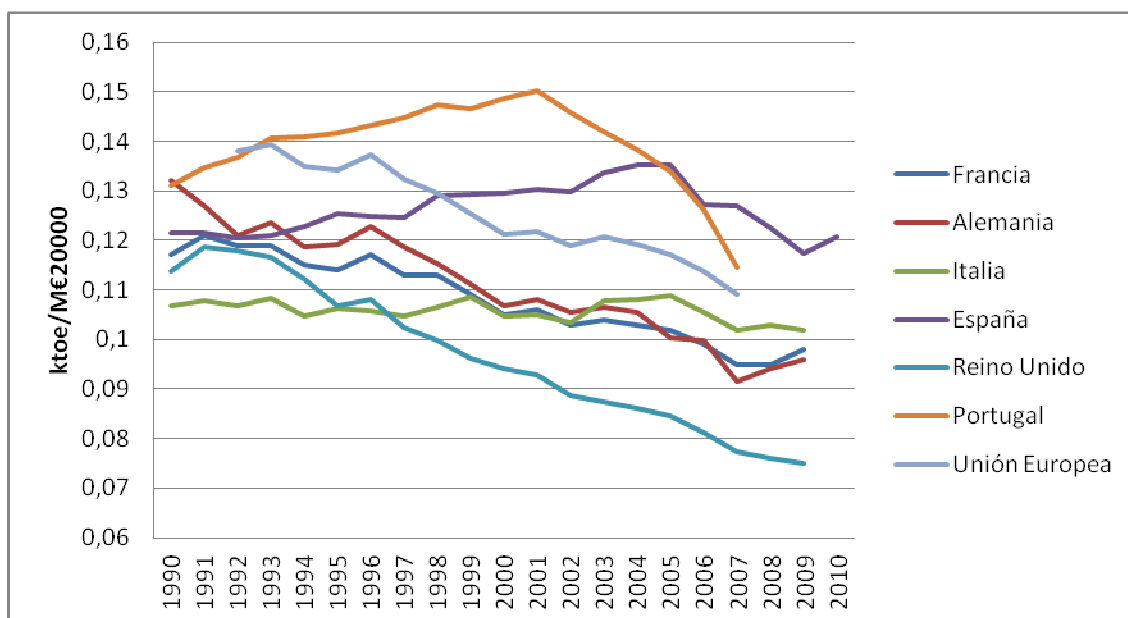
*“La intensidad energética final corresponde a la energía consumida por los consumidores finales para fines energéticos, por unidad de PBI, excluyendo el consumo y las pérdidas en la conversión energética (centrales energéticas, refinerías, etc.) y usos no energéticos.”*

World Energy Council (2004). [41]

La evolución del consumo de energía final hasta el año 2009 ha ido suponiendo una mejora constante de la intensidad energética año tras año, lo que consolidaba el cambio positivo registrado en la evolución de este indicador a partir del año 2004. Ello implica un mayor acercamiento a la tendencia mostrada por la media del conjunto de países de la UE15 y UE27, así como de los países próximos geográficamente.

Para el año 2010, ha significado un empeoramiento del 3,42%, por el aumento de consumo energético unido a que el PIB se ha mantenido estable.

### **Gráfico 6.6. Intensidad de energía final en los países de la UE.**

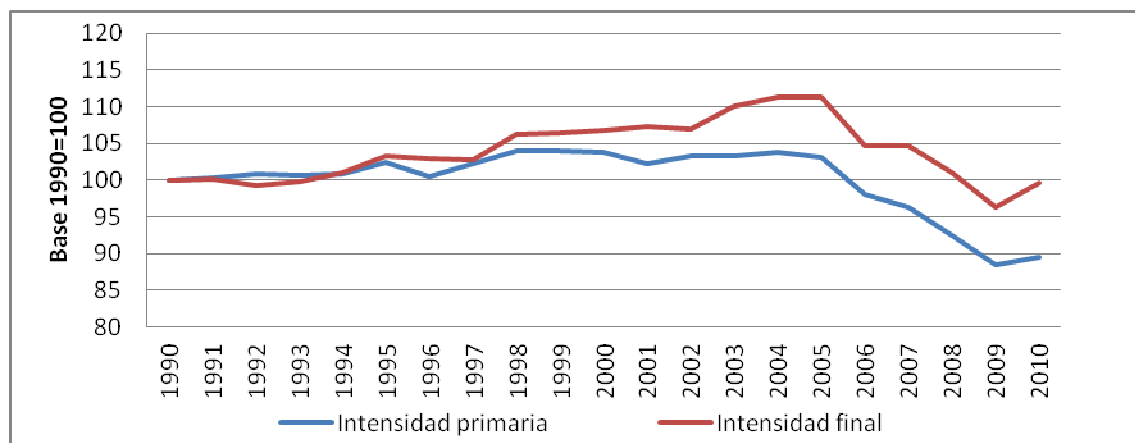


Fuente: IDAE. [25] Nota: Se calcula a partir de las cifras de PIB publicadas por el INE a precios constantes de 2000 y de acuerdo con el nuevo Sistema Europeo de Cuentas

Una observación adicional a la evolución de este indicador es que el descenso más acusado experimentado por el indicador de la intensidad primaria (3,95%) frente al de la final, se explica en parte por la mejora de la eficiencia en la generación eléctrica causada por la introducción de las energías renovables y del gas natural en centrales de ciclos combinados.

**Tabla 6.1. Tendencias de las Intensidades de energéticas en España**

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>PIB español (MEuros)</b>	714.443	738.756	769.936	796.732	804.052	774.501	773.312
Incremento		3,40%	4,22%	3,48%	0,92%	-3,68%	-0,15%
<b>CE primaria (ktoe)</b>	141.817	145.535	144.132	146.519	142.076	130.557	131.927
Incremento		2,62%	-0,96%	1,66%	-3,03%	-8,11%	1,05%
<b>CE final (ktoe)</b>	96621	99880	97859	101130	98440	90906	93423
Incremento		3,37%	-2,02%	3,34%	-2,66%	-7,65%	2,77%
<b>IE primaria (ktoe/M€2000)</b>	0,1985	0,197	0,1872	0,1839	0,1767	0,169	0,171
Incremento		-0,76%	-4,97%	-1,76%	-3,92%	-4,36%	1,18%
<b>IE final (ktoe/M€2000)</b>	0,1352	0,1352	0,1271	0,1271	0,1227	0,117	0,121
Incremento		0,00%	-5,99%	0,00%	-3,46%	-4,65%	3,42%

**Gráfico 6.7. Tendencias de las intensidades de energía primaria y final en España.**


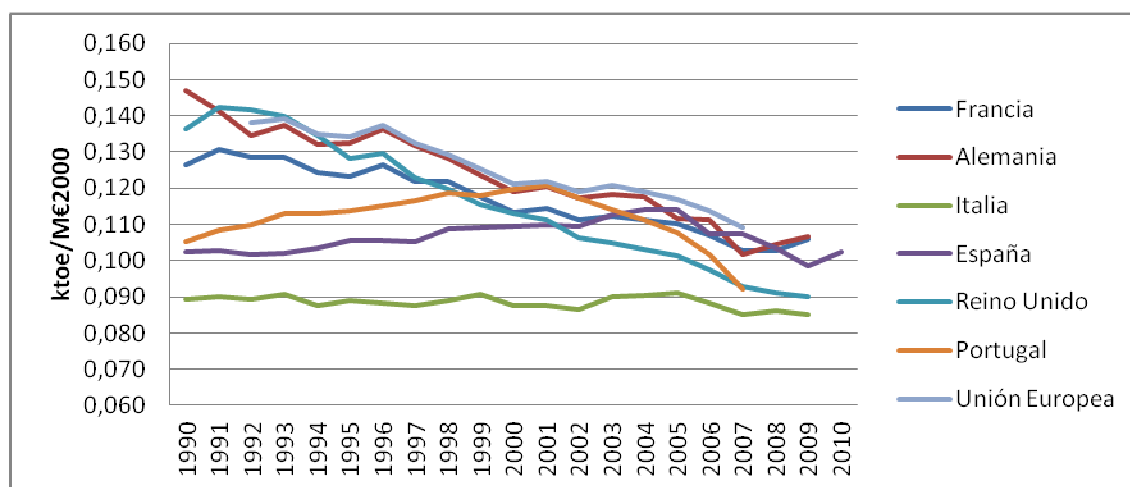
Fuente. MITYC-IDAE

Como se puede observar en el gráfico 6.7 y en la tabla 6.1, la evolución en los últimos años de ambas intensidades energéticas fue muy similar, con una reducción constante entre los años 2004 y 2009 y el aumento que se ha producido en el último año.

### **Intensidad de energía final a paridad de poder de adquisitivo**

Aplicando el ajuste a paridad de poder adquisitivo con la UE27 como referencia al indicador de intensidad final, España queda situada a un nivel similar, aunque algo por encima, al de la UE27 y por debajo de países como Bélgica. Esto nos da la certeza de una cierta estabilización del indicador corregido con una tendencia a la baja al igual que los demás países de la Unión Europea.

**Gráfico 6.8. Intensidad de energía final ajustada a paridad de poder adquisitivo (UE27 referencia).**



Fuente: IDAE

### 6.3. Industria.

El sector industrial es un sector muy heterogéneo, formado por distintos subsectores con características de consumo propias, es por ello que tal y como nos indica IDAE [7], se debe hacer un análisis separado de cada uno de ellos, teniendo en cuenta que la evolución del consumo en el futuro dependerá del grado de eficiencia que se consiga en cada uno de los subsectores.

Esta evolución depende de varios factores, pero también de la estructura y de los niveles de producción de cada subsector. Hay que tener en cuenta que en el presente nos encontramos dentro de una economía globalizada, con un comercio exterior en aumento y sujeto a múltiples influencias.

El análisis se debe realizar bajo dos puntos de vista. El primero sería un estudio a nivel macroeconómico de la industria manufacturera y el segundo sería el análisis de las principales agrupaciones de actividad que la componen.

La Directiva sobre eficiencia energética 2006/32/EC [43] establece que para un buen análisis del comportamiento energético del Sector Industria y sus distintas agrupaciones de actividad, no solo hay que tener en cuenta los valores absolutos y el crecimiento del consumo de Energía Final en un periodo concreto, sino también, la evolución que ha tenido el Índice de Producción Industrial (IPI) y el Valor Añadido Bruto (VAB) a precios básicos, base 2000, a precios constantes. De esta manera, se pueden definir los indicadores necesarios, cuya principal característica sea la fiabilidad de su contenido, así como la facilidad de su medición y seguimiento. Para ello se deberán utilizar las estadísticas oficiales, relativas a los consumos de energía, producción y Valor Añadido Bruto.

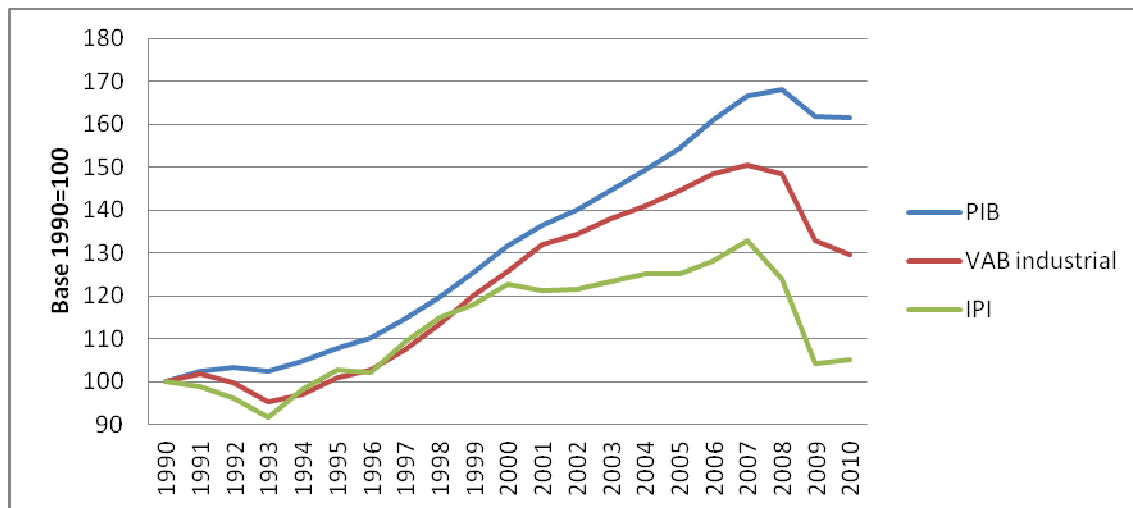
Para el análisis con mayor nivel de desagregación se destacan las agrupaciones que son más intensivas en el consumo energético y que tienen un importante peso del coste energético en los costes de producción, y otras donde el peso del coste energético en los costes de producción tiene poca importancia. En consecuencia, las acciones de ahorro de energía irán dirigidas prioritariamente hacia las Agrupaciones de Actividad intensivas en el consumo de energía, frente al resto, que las aborda, cuando es necesario un cambio sustancial de su sistema productivo, por razones de producción o nuevos mercados. [5]

### 6.3.1. Evolución energética del sector industrial

Para el periodo 2000-2005, el crecimiento que tuvo el consumo de energía final fue mayor que el crecimiento del IPI corregido a efectos de calendario, por lo que el consumo energético por unidad producida en términos de IPI creció. [18]

Por su parte, en el periodo 2007-2010, el consumo de energía final en el sector ha descendido con una tasa media anual del -2,1%, mientras que la intensidad energética se ha visto incrementada en un promedio de 2,7% cada año. La intensidad energética en el año 2007 era 0,151 ktep/M€2000 y en el año 2010 asiente a 0,164 ktep/M€2000. La caída sufrida por el valor añadido del sector entre estos años ha supuesto una pérdida de peso de un 3% aproximadamente en el valor añadido total o PIB del país: pasando de un 27,6% en el año 2007, hasta el 24,6% de 2010 (sin tener en cuenta las industrias energéticas, de un 25,2% hasta un 22,1%):

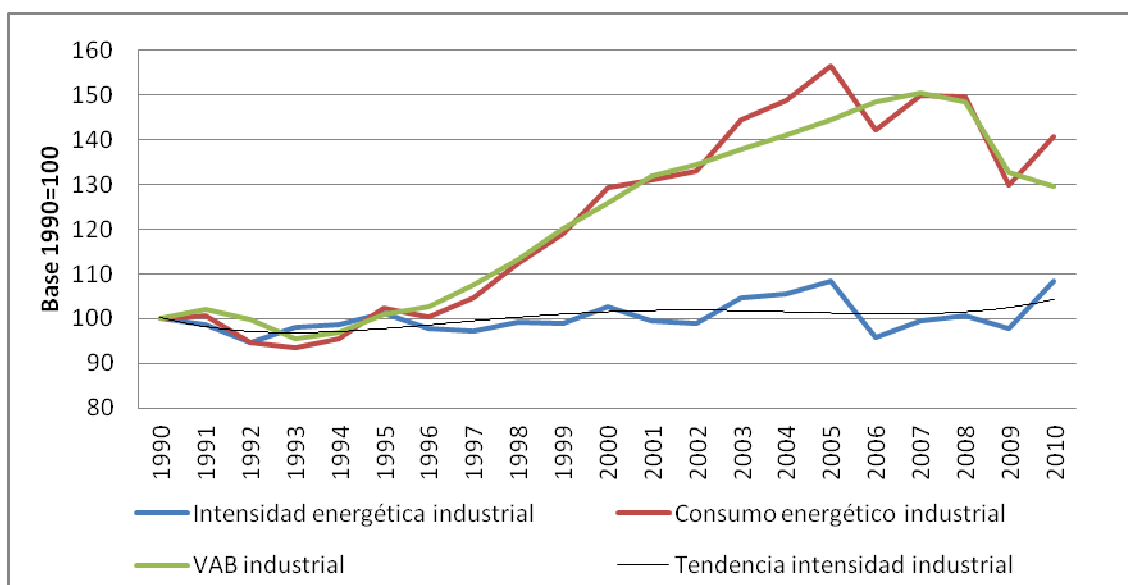
**Gráfico 6.9. Evolución de la actividad industrial**



Fuente: INE/IDAE

Esta reducción de los consumos de energía final se ha producido de forma paralela a la reducción del IPI, de manera más acusada en este último, con una tasa media anual del 8% entre los años 2007 y 2010.

**Gráfico 6.10. Principales indicadores en el Sector Industria**



Fuente: IDAE/MITYC/INE

Según señala el IDAE, la evolución de los indicadores de intensidad final del Sector Industria obedece a las siguientes causas:

- Los cambios técnicos y en la oferta productiva, hacia estructuras más o menos consumidoras de energía.
- El efecto de los precios sobre el consumo unitario y el ahorro de energía.
- Los cambios por sustitución de unas fuentes de energía por otras.

En los diferentes Planes de Acción realizados por el IDAE, se realiza una cuantificación de estos efectos a través de la estimación del efecto estructural y de los efectos tecnológicos y de eficiencia.

El consumo de energía final en el Sector Industria en el periodo 2000-2005 fue aumentando progresivamente, aun así fue inferior al previsto en el Escenario Base da la E4, incluso menor que en el Escenario Eficiencia de la misma Estrategia. Este aumento del consumo hizo aumentar la intensidad energética, a pesar de que el valor añadido de la industria también aumentó, pasando de un valor de 0,155 ktep/M€2000 en el año 2000 a 0,164 ktep/M€2000 en el año 2005, con un crecimiento medio anual en este periodo del 1,2%.

**Tabla 6.2 Evolución del consumo de energía final e IPI: Sector Industria (2007-2010)**

	2007	2008	2009	2010
<b>Consumo de Energía Final (ktoe)</b>	30.056	29.971	26.040	28.209
<b>Crecimiento real según periodo</b>	...	-0,3%	-6,9%	-2,1%
<b>IPI Base 2005</b>	106,15	98,61	82,63	83,35
<b>Crecimiento real según periodo</b>	...	-7,1%	-11,8%	-7,7%

El aumento del consumo de energía final industrial en el año 2010 unido a la disminución del valor añadido del conjunto del sector ha supuesto un incremento de la intensidad energética del 2,7%.

Considerando la intensidad energética en términos monetarios (ktep/M€2000), definida como el cociente entre el consumo de energía final energética y el Valor Añadido Bruto (VAB) a precios básicos, base 2000, se obtienen los siguientes resultados en el periodo 2007-2010:

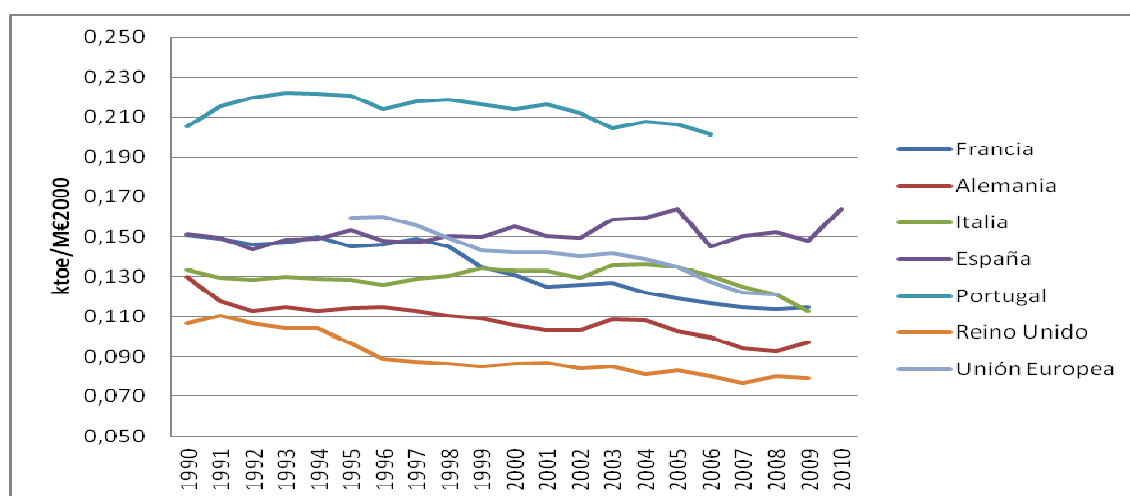
**Tabla 6.3. Intensidad Energética (tep/M€2000)**

	2007	2008	2009	2010
<b>Intensidad Energética (ktep/M€2000)</b>	0,151	0,152	0,148	0,164
<b>Crecimiento Interanual</b>		1,30%	-3%	10,40%
<b>Crecimiento según periodo</b>		1,30%	-0,90%	2,70%

Como se puede observar en la tabla anterior, la intensidad energética disminuye hasta el año 2009, aumentando considerablemente para el año 2010, lo que se traduce de forma negativa en un aumento de los consumos de energía del sector por unidad de valor añadido, como promedio del periodo en conjunto. Aunque los consumos energéticos se han reducido debido a la caída de los niveles de producción, la intensidad de los recortes en el consumo de energía no ha sido la misma.

El análisis comparativo con la Unión Europea de la intensidad energética industrial revela unos valores superiores a la media, cuya estructura tiende a la integración de ramas menos intensivas como las ligadas a los bienes de equipo. Esto explica una tendencia a la mejora de la intensidad global de la industria europea, favorecida por cambios estructurales de la industria manufacturera, circunstancia que encuentra mayor resistencia en la industria nacional.

**Gráfico 6.11. Intensidad energética en España y la UE: Sector Industria**



Fuente: EnR/IDAE



Por países, presentan interés Alemania, Italia y Francia con menores intensidades que la española, y por constituir un referente en la mejora de la competitividad a la que debe tender nuestra economía.

Una de las causas del elevado valor de la intensidad energética de la industria nacional obedece a la agrupación de actividad de Minerales no metálicos, con una elevada representación en el consumo energético del sector —cerca de un 22% del consumo total de la industria—, y por el contrario, su reducida aportación al Valor Añadido Bruto de dicho sector. Esta rama de la industria, y en concreto la producción cementera, se encuentra ligada al sector de la construcción, que a diferencia de otros países de nuestro entorno, presenta gran importancia en la estructura productiva de la industria española.

### 6.3.2. Evaluación de las distintas agrupaciones de actividad.

Durante el periodo 2000-2005 todas las Agrupaciones de Actividad incrementaron su consumo de energía final, exceptuando la industria Textil, Cuero y Calzado y la Industria Química.

El consumo energético en la Industria presenta un evolución decreciente entre 2004 y 2010 (-6,5%) debido, fundamentalmente, a la crisis económica en la que nos encontramos. Las ramas de actividad que más se han visto afectadas han sido las de Textil, Cuero y Calzado, que han visto caídas de consumo en el periodo de un 39,7%; Metalurgia y Productos Metálicos con caídas del -24,6%; y Alimentación, Bebidas y Tabaco, con caídas de un -22,7%.

**Tabla 6.4. Evolución del consumo de energía final en el periodo 2004-2010**

Consumo de Energía Final (ktoe)	2004	2007	2008	2009	2010
<b>Total Sector Industria</b>	30.174,8	30.055,5	29.971,1	26.040,2	28.209,4
<b>Alimentación, Bebidas y Tabaco</b>	3.044,0	2.556,5	2.428,1	2.184,6	2.352,2
<b>Textil, Cuero y Calzado</b>	991,0	746,7	593,6	524,9	597,3
<b>Madera, Corcho y Muebles</b>	866,2	697,9	751,1	706,5	705,0
<b>Pasta, Papel e Impresión</b>	2.360,0	2.516,0	2.500,5	2.290,4	2.534,5
<b>Química</b>	4.312,0	5.770,1	5.201,2	4.381,3	4.943,7
<b>Minerales no Metálicos</b>	6.477,9	7.519,3	6.959,6	5.900,5	6.093,1
<b>Equipo de Transporte</b>	1.009,0	788,4	860,1	751,0	851,7
<b>Metalurgia y Productos Metálicos</b>	7.880,2	6.687,0	6.437,0	5.615,3	5.944,2
<b>Maquinaria y Equipo mecánico</b>	366,3	354,3	362,9	318,3	320,9
<b>Equipo Eléctrico, Electrónico y Óptico</b>	373,9	361,7	370,4	325,0	345,1
<b>Resto de Industria Manufacturera</b>	2.494,2	2.057,6	3.506,6	3.042,4	3.521,7

El comportamiento, en el período 2007-2010, de los consumos energéticos de las diferentes agrupaciones de actividad que integran el Sector Industria ha sido el reflejo, tanto de la evolución desigual de los niveles de producción, como de la demanda, por parte del mercado, de productos que consumen más energía, de los planes de acción medioambiental y de los diferentes grados de utilización de las capacidades productivas.

**Tabla 6.5. Evolución del consumo de energía final, por agrupaciones de actividad**

Consumo de Energía Final (ktoe)	2007	2010	Tasa de Crecimiento media anual
			2007-2010
<b>Alimentación, Bebidas y Tabaco</b>	2.556,0	2.352,2	-2,7%
<b>Textil, Cuero y Calzado</b>	747,0	597,3	-7,2%
<b>Madera, Corcho y Muebles</b>	698,0	705,0	0,3%
<b>Pasta, Papel e Impresión</b>	2.516,0	2.534,5	0,2%
<b>Química</b>	5.770,0	4.943,7	-5,0%
<b>Minerales no Metálicos</b>	7.519,0	6.093,1	-6,8%
<b>Equipos de Transporte</b>	788,0	851,7	2,6%
<b>Metalurgia y Productos Metálicos</b>	6.687,0	5.944,2	-3,9%
<b>Maquinaria y Equipo mecánico</b>	354,0	320,9	-3,3%
<b>Equipo Eléctrico, Electrónico y Óptico</b>	362,0	345,1	-1,6%
<b>Resto de Industria Manufacturera</b>	2.058,0	3.521,7	19,6%
<b>Total Sector Industria</b>	30.056,0	28.209,4	-2,1%

Las conclusiones que se pueden extraer de la evolución del consumo de energía final para el periodo 2007-2010 que ha tenido cada agrupación de actividad, son las siguientes:

- Las agrupaciones de actividad que más han disminuido el consumo de energía han sido Textil, Cuero y Calzado (7,2%), Minerales No Metálicos (6,8%) e Industria Química, con una tasa de reducción media anual en el periodo 2007–2010 del 5,0% — caída bastante más acusada, en este caso, que la que pone de manifiesto el IPI para ese mismo período, del orden del -0,6%—.

- El sector de Minerales No Metálicos presenta una tasa de crecimiento media anual del consumo de energía final del -6,8%, en el período 2007-2010. Esta disminución del consumo de energía en el periodo se debe, fundamentalmente, a la caída de la construcción de viviendas.

- El sector de Metalurgia y Productos Metálicos ha disminuido el consumo de energía final, en el periodo 2007-2010, en un -3,9%, como resultado de caídas de la producción industrial del orden del -11,6% para el mismo periodo (ver tabla 5.7.).

El VAB del Sector Industria ha mantenido una tendencia ascendente del 7% entre el 2004 y el 2007 y una caída del -15% a partir de ese momento hasta el 2010 (Tabla 5.6.). En el conjunto del periodo 2004-2010, la caída fue de un -9,1%. Las ramas de actividad que más se han visto afectadas por la coyuntura económica en términos de VAB han sido las de madera, corcho y muebles (-36,6 %), textil, cuero y calzado (-34,2%), minerales no metálicos (-33,4 %) y equipos de transporte (-22,4%).

**Tabla 6.6. Evolución del Valor Añadido Bruto del sector Industria (2004-2010)**

Valor Añadido Bruto (M€2000)	2004	2007	2008	2009	2010
<b>Total Sector Industria</b>	170.192,6	182.037,9	177.994,7	158.428,7	154.756,1
<b>Alimentación, Bebidas y Tabaco</b>	14.249,2	15.247,3	15.084,2	15.000,7	15.315,4
<b>Textil, Cuero y Calzado</b>	6.401,0	5.603,1	5.481,8	4.439,7	4.213,5
<b>Madera, Corcho y Muebles</b>	5.962,4	5.881,2	5.461,2	4.118,7	3.782,5
<b>Pasta, Papel e Impresión</b>	10.116,4	10.618,7	10.121,0	9.393,9	9.211,1
<b>Química</b>	10.362,1	10.752,6	8.836,4	10.646,9	11.554,7
<b>Minerales no Metálicos</b>	8.948,3	9.355,7	8.836,4	6.689,2	5.959,6
<b>Equipo de Transporte</b>	12.302,7	13.160,0	12.255,7	9.620,3	9.552,8
<b>Metalurgia y Productos Metálicos</b>	17.786,3	19.024,6	18.252,7	14.574,2	14.841,1
<b>Maquinaria y Equipo mecánico</b>	8.268,5	8.554,8	8.673,9	7.408,0	7.735,5
<b>Equipo Eléctrico, Electrónico y Óptico</b>	6.897,8	7.353,3	7.265,4	5.854,0	6.041,1
<b>Resto de Industria Manufacturera</b>	68.897,8	76.486,4	75.921,5	70.683,0	66.548,9

La variación del Índice de Producción Industrial (IPI), durante el periodo 2000-2005, fue diferente para las distintas Agrupaciones de Actividad. La industria del Papel, Alimentación, Química y Minerales no metálicos vieron incrementadas su producción en el periodo 2000-2005, mientras que el resto disminuyeron.

En el periodo 2007-2010 todas las Agrupaciones de Actividad vieron disminuida su producción, síntoma claro de la crisis económica actual, que afecta de lleno a la producción industrial. Las industrias más afectadas por la crisis han sido la industria de la Madera, Minerales no Metálicos, Maquinaria y Equipo mecánico y Textil, cuero y calzado.

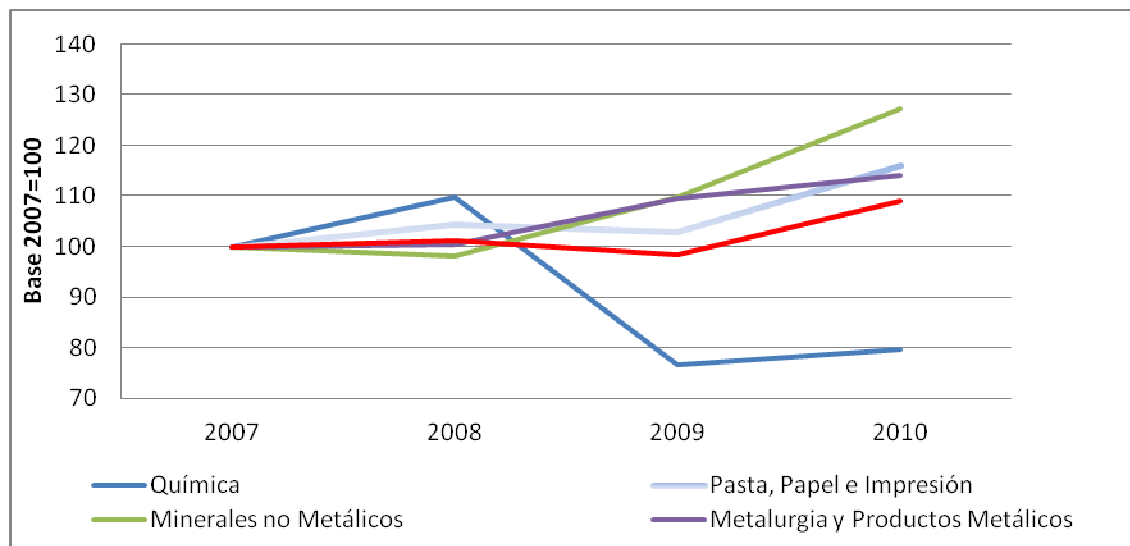
**Tabla 6.7. Variación IPI Base 2005 periodo 2007-2010**

IPI (base 2005)	2007	2010	Tasa de Crecimiento media anual
			2007-2010
<b>Alimentación, Bebidas y Tabaco</b>	102,4	101,3	-0,4%
<b>Textil, Cuero y Calzado</b>	90,9	65,4	-10,4%
<b>Madera, Corcho y Muebles</b>	98,8	54,4	-18,1%
<b>Pasta, Papel e Impresión</b>	104,4	90,1	-4,8%
<b>Química</b>	103,7	101,9	-0,6%
<b>Minerales no Metálicos</b>	102,7	55,7	-18,5%
<b>Equipo de Transporte</b>	108,2	79,1	-9,9%
<b>Metalurgia y Productos Metálicos</b>	108,4	75,0	-11,6%
<b>Maquinaria y Equipo mecánico</b>	125,5	79,3	-14,2%
<b>Equipo Eléctrico, Electrónico y Óptico</b>	112,9	80,6	-10,6%
<b>Resto de Industria Manufacturera</b>	104,1	83,7	-7,0%

**Tabla 6.8. Evolución de la intensidad final, por agrupaciones de actividad 2007–2010**

	Intensidad Energética base 2007				Incremento medio anual
	2007	2008	2009	2010	2007-2010
Alimentación, Bebidas y Tabaco	100	96	86,9	91,6	-2,9%
Textil, Cuero y Calzado	100	81,3	88,7	106,4	2,1%
Madera, Corcho y Muebles	100	115,9	144,5	157,1	16,2%
Pasta, Papel e Impresión	100	104,3	102,9	116,1	5,1%
Química	100	91,1	76,7	79,7	-7,3%
Minerales no Metálicos	100	98	109,8	127,2	8,4%
Equipo de Transporte	100	117,1	130,3	148,8	14,2%
Metalurgia y Productos Metálicos	100	100,3	109,6	113,9	4,4%
Maquinaria y Equipo mecánico	100	101	103,8	100,2	0,1%
Equipo Eléctrico, Electrónico y Óptico	100	103,7	112,9	116,2	5,1%
Resto de Industria Manufacturera	100	171,7	160	196,7	25,3%
<b>Total Sector Industria</b>	<b>100</b>	<b>101,3</b>	<b>98,2</b>	<b>108,4</b>	<b>2,7%</b>

Como puede observarse, la agrupación de actividad que redujo su intensidad energética fue la Industria Química, seguida de Alimentación, Bebidas y Tabaco. No obstante, el incremento de intensidad energética del Sector Industria se justifica por el incremento de la intensidad energética del resto de las agrupaciones de actividad.

**Gráfico 6.12. Evolución de la intensidad energética Base 2007**


La evolución más reciente de los indicadores de intensidad, la relativa al año 2010, pone de manifiesto un repunte de la demanda, posiblemente asociado a la reactivación de la actividad económica. Ello ha supuesto un aumento de la intensidad energética, aunque se observa un comportamiento errático que parece obedecer a la mayor demanda experimentada en algunas agrupaciones de actividad tales como la Industria Química, Metalurgia y Productos Metálicos, Pasta, Papel e Impresión, Alimentación, Bebidas y Tabaco y Minerales No Metálicos. Esta última agrupación de actividad, en particular, es la principal responsable de la elevada intensidad energética del Sector Industria, dado su elevado consumo energético, aproximadamente, un cuarto del consumo energético de toda la industria, y, en contraste, su reducida aportación al valor añadido industrial. Esta rama de la industria se encuentra muy ligada al sector de la construcción que, a diferencia de otros países de nuestro entorno, presenta gran importancia en la estructura productiva española, alcanzando el 8% del PIB nacional, el doble de la aportación media en la UE.

### 6.3.3. Consumos unitarios

El consumo de energía unitario captura el desarrollo de eficiencia energética mejor que las intensidades energéticas tradicionales (por unidad de valor añadido), debido a que están limpios de cambios estructurales y de otros factores no relacionados con la eficiencia energética (más aplicaciones, más coches...). [9]

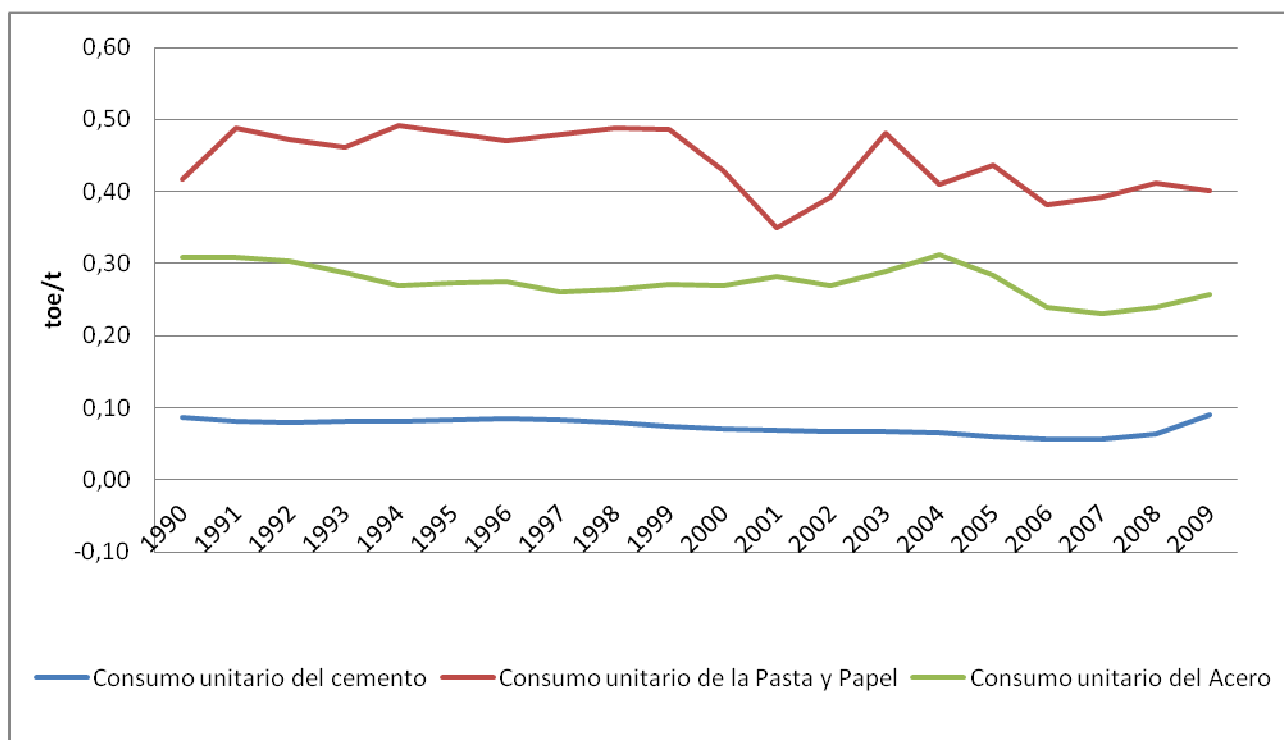
Son **indicadores técnico-económicos** que miden la *relación existente entre los consumos energéticos respecto a indicadores de actividad medidos en términos físicos*, como son las toneladas de producción. [4]

Para una mejor comparación del rendimiento de la eficiencia energética entre países, se ajustan a una estructura de referencia, ya que cada país tiene sus propias variables técnico-económicas. Sin embargo, aún si se mejora la comparación, no pueden tomarse en cuenta todas las diferencias estructurales de cada país. Climas diferentes, métodos de trabajo, etc.

Para permitir una comparación significativa de la eficiencia energética entre países, es necesario que estos indicadores se basen en definiciones comunes; en particular, es necesario que la definición de consumo energético sea la misma para todos los países. Es por esto que se han desarrollado metodologías para la recopilación y análisis de los datos, entre las diferentes agencias nacionales de cada país y que son recogidas por la base de datos ODYSSEE.

A continuación los consumos unitarios de las ramas más intensivas en energía.

**Gráfico 6.13. Consumos unitarios de energía de las ramas más intensivas.**



Fuente: IDAE [44]

Algunas de las ramas más intensivas, como los sectores del cemento, siderurgia, y pasta y papel, han evidenciado una reducción notable del consumo unitario asociado a su producción, lo cual, entre otras causas, puede obedecer a la introducción de cambios en sus procesos productivos así como a la incorporación de mejoras tecnológicas. Con la actual crisis económica que afecta a la producción, el consumo unitario aumenta, debido a que no se produce a pleno rendimiento.

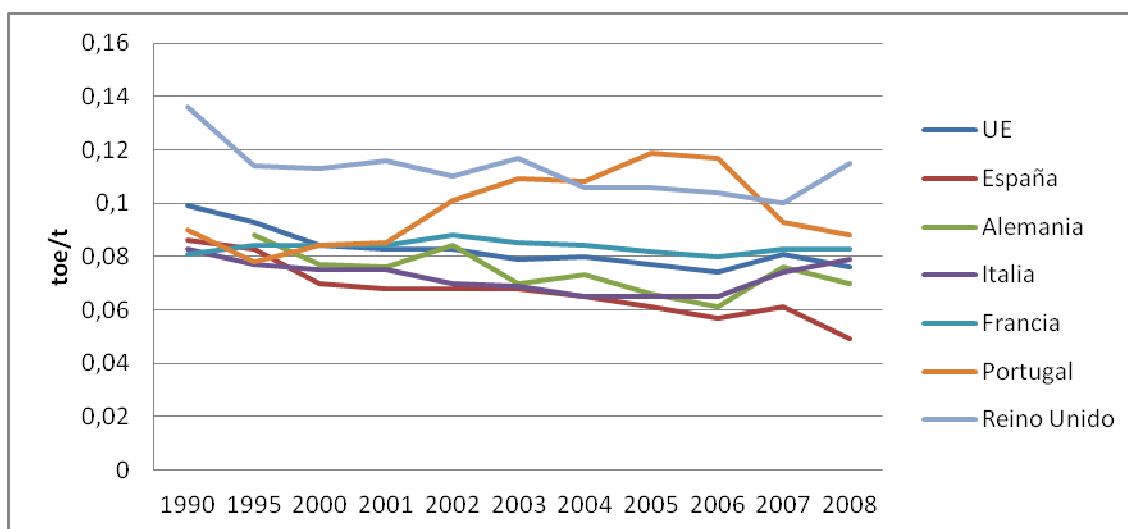
### **Consumo unitario de la industria Minerales no metálicos en los países de la UE**

En el gráfico 6.14 se muestra el consumo específico de energía de la industria cementera para la UE, España, Alemania, Italia, Francia, Portugal y Reino Unido, medido por toneladas de petróleo consumidas entre toneladas de clinker producidas.

Al comparar los consumos específicos entre los diferentes países hay que tener en cuenta la participación de las diferentes tecnologías de producción y la antigüedad de las instalaciones.

La producción de clinker puede ser por vía húmeda (consumos del orden de 6000kJ/kg), semi-húmeda, semi-seca o seca (del orden de 3000 kJ/kg). Adquiere importancia la proporción de aditivos que tenga el clinker, aunque la producción de clinker es el principal responsable del consumo de energía, cuantos más aditivos tenga, menor será el consumo de energía.

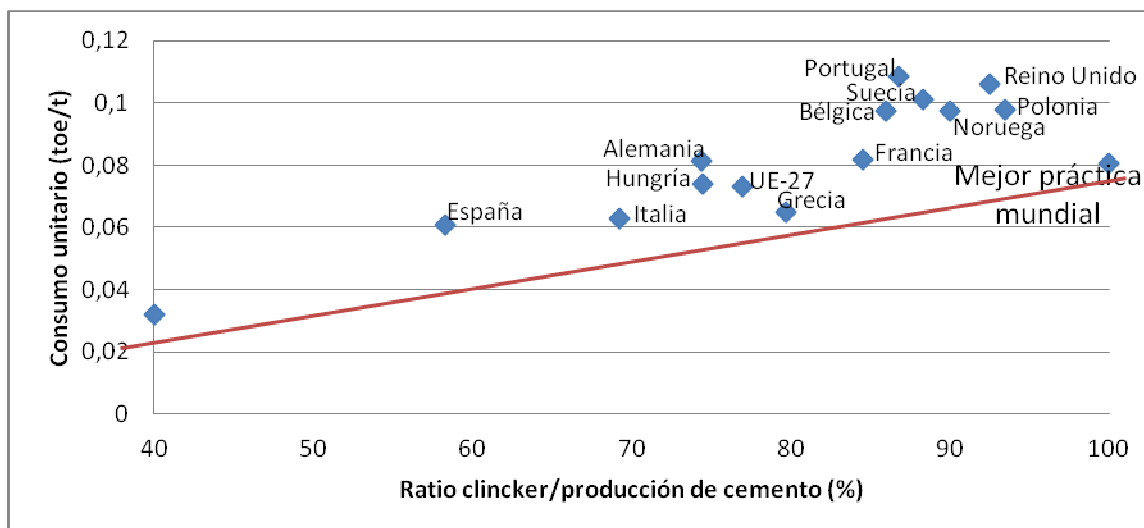
**Gráfico 6.14. Consumo específico de energía de la industria Minerales no metálicos**



Fuente: ODYSSEE [9]

España se encuentra entre los mejores países en cuanto a consumo específico energético se refiere. El funcionamiento energético de la industria cementera está unido a la parte de clinker producida en el país en relación con la producción de cemento: el más alto de este ratio, será el más alto en consumo específico de energía. La distancia a la línea roja (mejor práctica) indica el potencial de ahorro de energía.

**Gráfico 6.15. Prueba de referencia del consumo específico de energía en la industria Minerales no metálicos.**

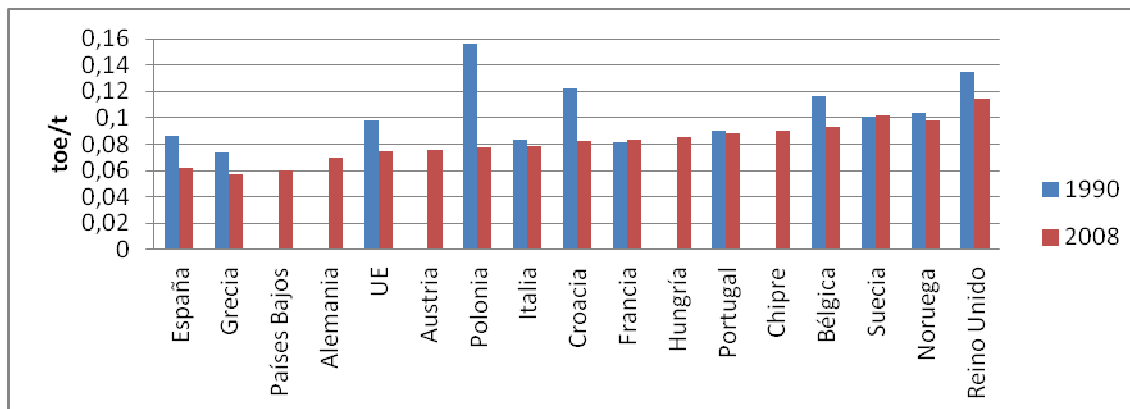


Fuente: ODYSSEE / ENERDATA. [45]

Desde el año 1990 se ha producido una gran mejora de la eficiencia energética en la producción de cemento: más del 30 % en algunos países (Croacia, España, Polonia) con una media del 23% en el total de la Unión Europea.

Este mejora se debe en parte a una reducción del ratio clinker (el componente intensivo en energía) / producción de cemento (debido a importaciones de clincker o cambio de la composición de cemento).

**Gráfico 6.16. Consumo específico por tonelada de cemento**



Fuente: ODYSSEE / ENERDATA. [45]

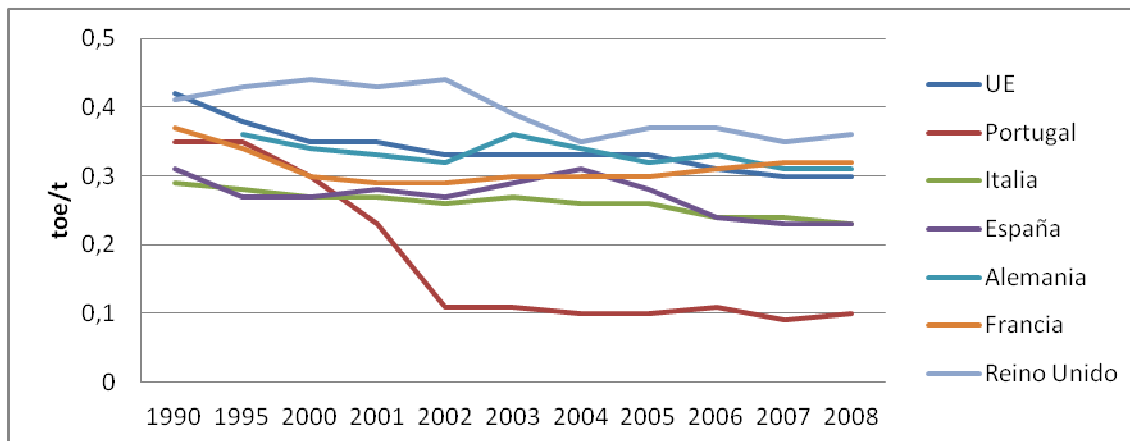
### Consumo unitario de la industria Siderurgia en los países de la UE

A la hora de analizar el consumo unitario de esta industria, hay que tener en cuenta los tipos de horno empleados y la composición de la materia prima, ya que tienen diferentes consumos energéticos por unidad de acero producida. Existen diferencias entre países explicadas en parte también por las diferentes proporciones de acero eléctrico.

En el gráfico 6.17 se muestra los consumos unitarios de los principales países de la UE. España con 0,23 toe/ton en el año 2008, se encuentra al nivel de Italia y por debajo de la media de la Unión Europea.

Con el paso de los años, e produce una disminución en el consumo específico de energía por tonelada de acero en todos los países: El -1.7%/año de media en la Unión Europea; esto es debido en parte a una aumento de la producción de acero eléctrico.

**Gráfico 6.17. Consumo específico de energía de la industria siderúrgica**

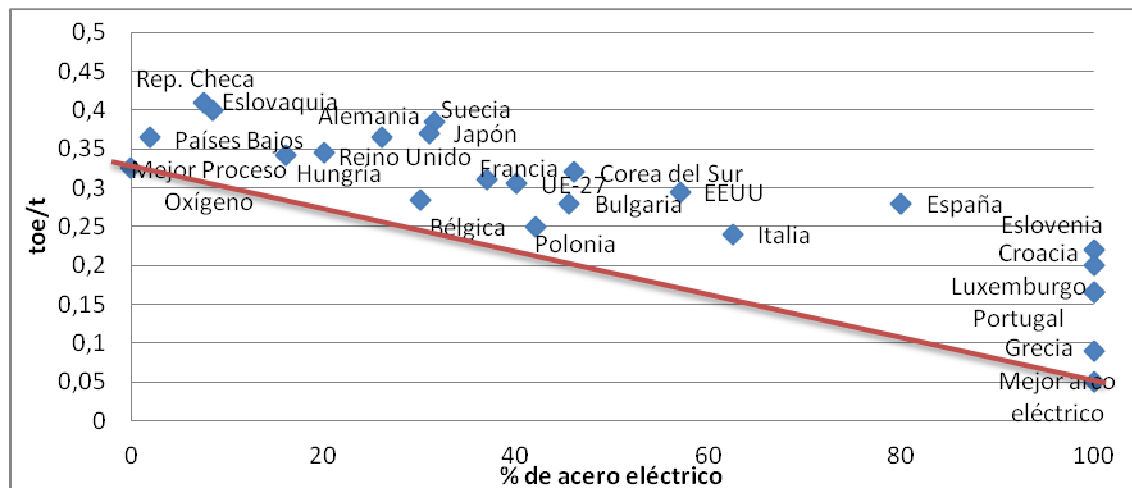


Fuente: ODYSSEE/ENERDATA [45]



La diferencia de consumo específico viene explicada en parte por los cambios de los procesos industriales; la distancia a la línea roja muestra el posible potencial de mejora de la eficiencia energética.

**Gráfico 6.18. Consumo específico función de la proporción de acero eléctrico**

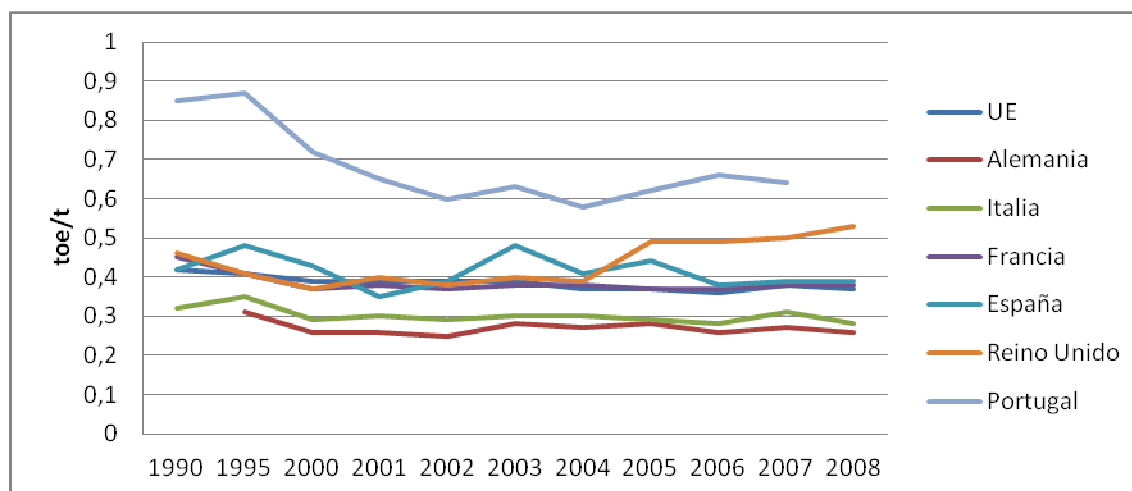


Fuente: ODYSSEE / ENERDATA. [45]

### Consumo unitario de la industria Pasta y papel en los países de la UE

El agrupamiento de estas actividades no es homogéneo en todos los países. El análisis de los datos sitúa a España al nivel de Francia y la Unión Europea en su conjunto con 0,38 toneladas de petróleo consumidas por tonelada de producción. Por encima de España se encuentran el Reino Unido y Portugal. Más allá de los datos de origen, las diferencias entre los países pueden deberse a: la tecnología de producción en los diferentes eslabones de la escala productiva; la antigüedad y el mantenimiento de los equipos; la capacidad de los establecimientos, el reciclado; y por último, la eficiencia energética.

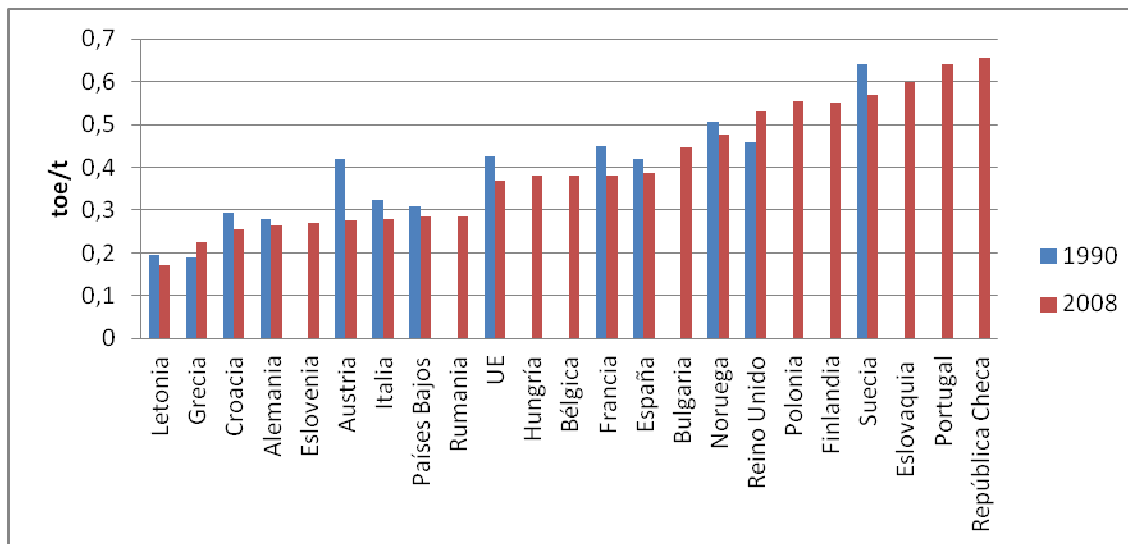
**Gráfico 6.19. Consumo específico de energía de la industria del papel**



Fuente: ODYSSEE/ENERDATA [45]

Se produce una disminución en el consumo específico en casi todos los países debido a las importaciones de pulpa, excepto en Hungría, Bélgica, el Reino Unido y República Checa.

**Gráfico 6.20. Consumo específico por tonelada de papel.**



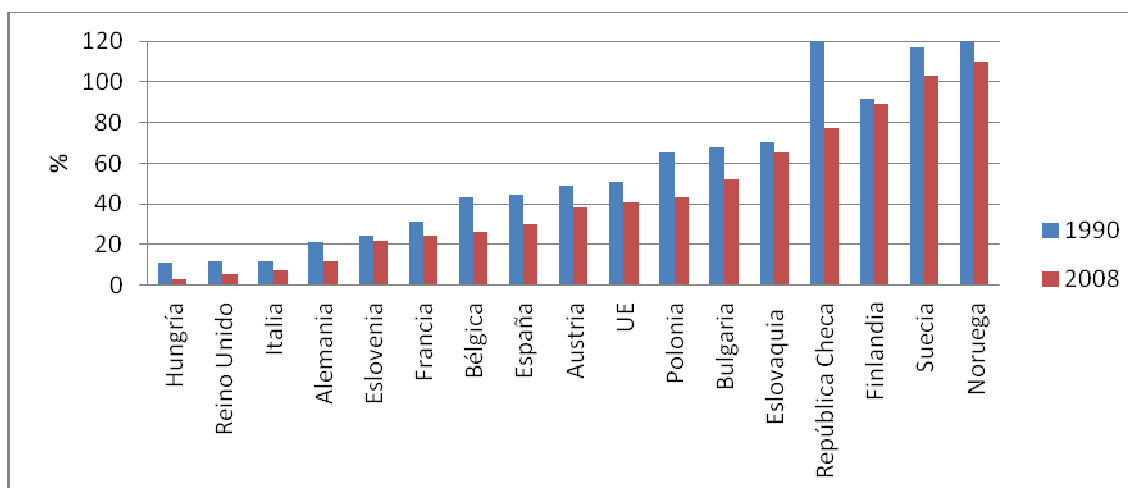
Fuente: ODYSSEE / ENERDATA. [45]

\* Bélgica, Rep. Checa y Polonia: los datos para 1990 no son relevantes.

Disminuye parte del ratio de la producción de pulpa sobre la producción de papel en todos los países en 2008 comparados con 1990 (excepto para Estonia).

Un ratio de 0.5 significa que el 50 % del papel es producido de la pulpa importada. El más bajo de este ratio, debería ser el consumo de energía medio por tonelada de papel.

**Gráfico 6.21. Ratio de producción pulpa/papel en países de la Unión Europea.**

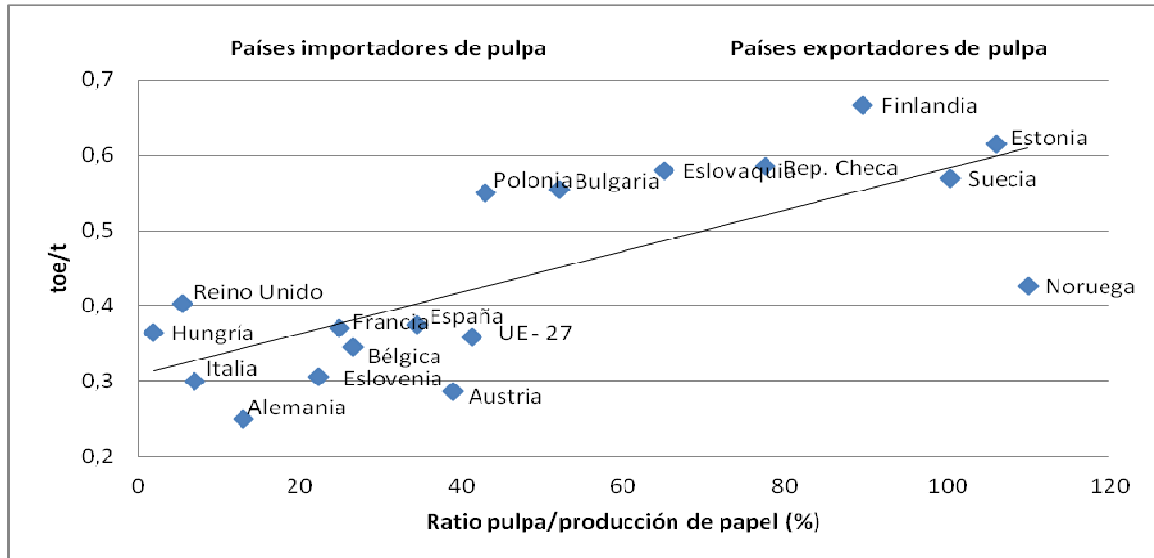


Fuente: ODYSSEE / ENERDATA. [45]

El funcionamiento energético de la industria del papel esta unido a la parte de la pulpa producida en el país en relación con la producción de papel: cuanta más alta sea esta proporción, más alto será el consumo unitario.

España se encuentra a un nivel cercano al de la media de la Unión Europea, con un ratio del 37% y un consumo específico de aproximadamente 0,4.

**Gráfico 6.22. Consumo unitario por tonelada de papel.**



Fuente: ODYSSEE / ENERDATA. [45]

#### 6.3.4. Índice ODEX

Como se indica en el capítulo 4.3 de este proyecto, ODEX es un índice usado para medir el progreso en eficiencia energética por sector y para la economía entera. Una disminución de ellos significa una mejora de la eficiencia energética.

#### Evaluación del progreso de la eficiencia energética industrial con el indicador ODEX.

- La agregación del progreso en eficiencia energética en cada rama industrial es un índice basado en el peso de cada rama en el consumo energético del sector.
- Progreso de la eficiencia energética por rama medida por la variación de consumo específico de energía (en índice).
- Consumo específico de energía expresado:
  - por tonelada producida para productos intensivos en energía (acero, cemento, cristal y papel);
  - por unidad de índice de producción para las otras ramas.

→ ODEX combina las unidades diferentes de consumo de energía específico

- ODEX puede ser expresado en volumen de energía ahorrada (ktoe o TJ).

A partir del año 2004 se produce un cambio de tendencia en la evolución de los consumos energéticos, al contrario que la economía que tuvo un crecimiento continuo

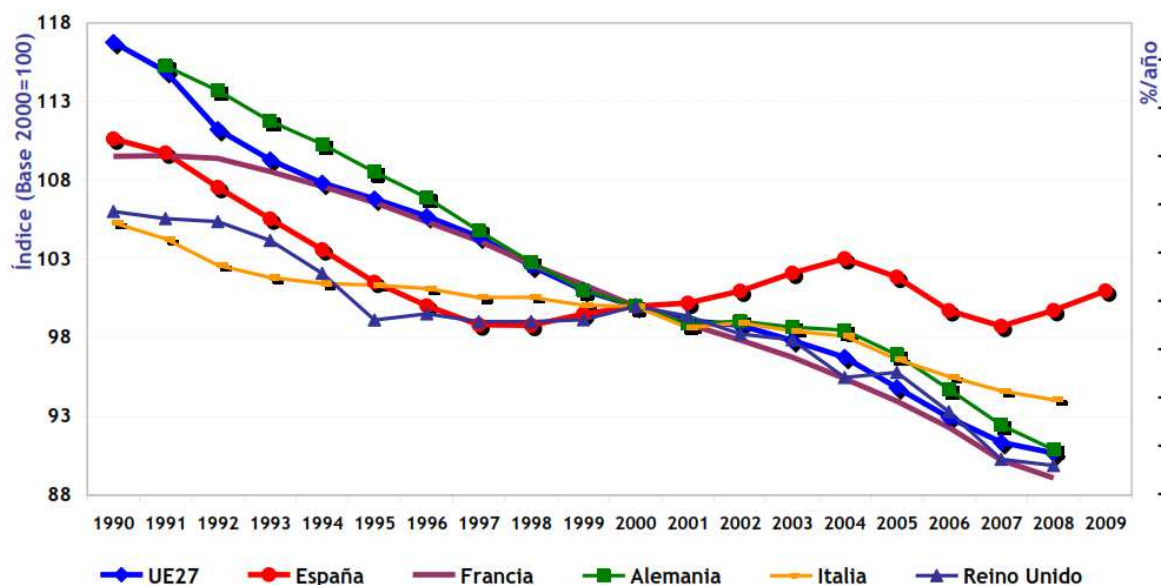
hasta la llegada de la crisis. Fue el inicio de una mejora en la eficiencia energética, lo que se refleja en un desacoplamiento, necesario, de la actividad económica y la demanda energética necesaria

La evolución del índice ODEX global en España, muestra una mejoría principalmente a partir de ese año, en consonancia con la tendencia del indicador comunitario. Se debe a la implantación, a partir de ese año, de las medidas correspondientes a la Estrategia Española de Ahorro y Eficiencia Energética, medidas que han supuesto mejoras en la mayoría de los indicadores de eficiencia energética, tanto a nivel global como sectorial.

La tendencia de este indicador ha cambiado con la crisis económica iniciada en 2008, crisis que afecta sobre todo a la actividad industrial (especialmente a la construcción), como ya se ha mencionado con anterioridad.

A nivel internacional, como se puede observar en el gráfico, España se encuentra alejada de las principales potencias económicas europeas, incluso del indicador comunitario. Es por ello que se trabaja continuamente, para la mejora del ahorro y la eficiencia energética.

**Gráfico 6.23 Progreso de Eficiencia Energética Global (ODEX) en Europa.**

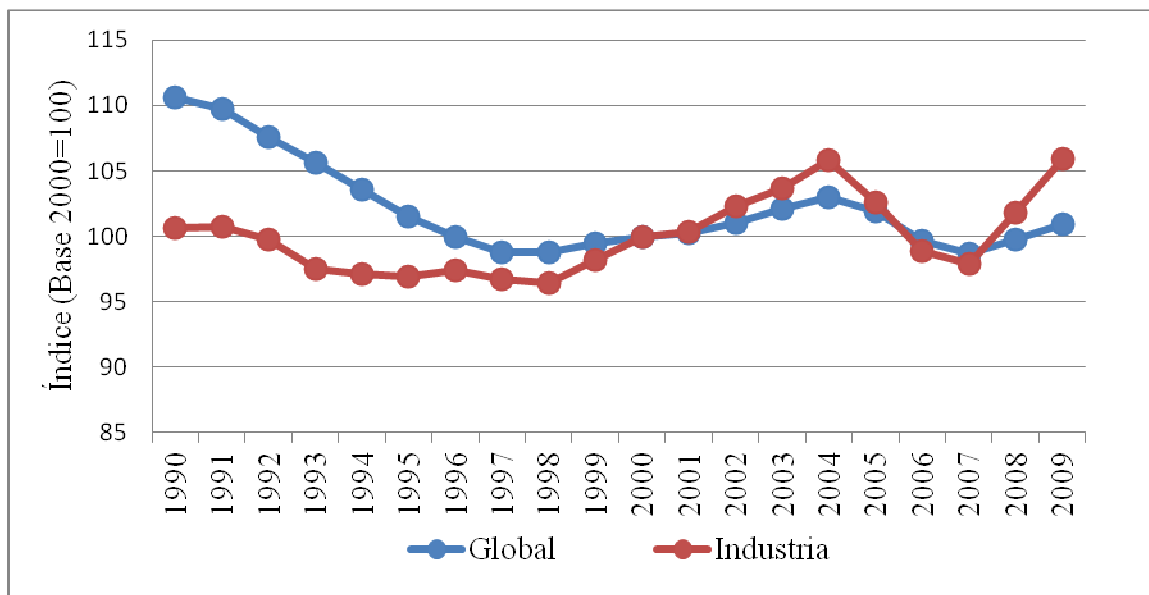


Fuente: IDAE, "Informe anual de indicadores energéticos. Año 2009". [44]

En el caso de España, los índices ODEX global y de la industria tienen una fuerte correlación, debido al peso de esta en el total. Esto hace que el índice global sea muy sensible a la evolución del ODEX de la industria y a los factores que le afectan.

Es por tanto, el sector industrial el que más contribuye a la mejora de la eficiencia energética en los últimos años. Esto se puede deber a la contribución de las mejoras en los procesos productivos y a los cambios estructurales en ramas intensivas de la industria (sectores cementero, siderúrgico y papel), que conjuntamente mejoran el sector, e implícitamente la eficiencia a nivel global.

**Gráfico 6.24. ODEX global y de la industria en España.**

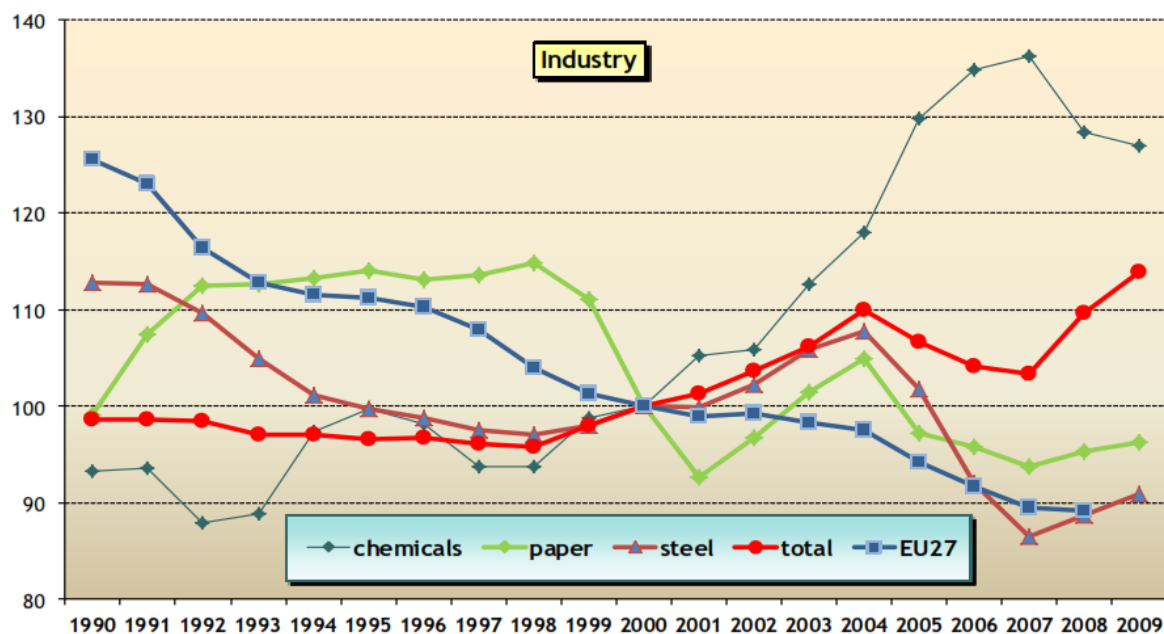


Fuente: IDAE, "Informe anual de indicadores energéticos. Año 2009". [44]

La eficiencia energética en la industria se vio mejorada una media del 1.7 % por año en el total de la Unión Europea desde 1998, pero bastante en los distintos países.

Desde 1990 el progreso en eficiencia energética en la Unión Europea se cifra en torno al 30%; teniendo una progresión más lenta desde 1998 (1,8%/año frente al 2,3%/año de 1990 hasta 1998).

**Gráfico 6.25. ODEX de la industria en Europa y España. ODEX subsectores de la industria en España.**



Fuente: ODYSSEE, "Perfil de la eficiencia energética en España" [9]

## **7. Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia energética 2011-2020.**

En nuestro país aun existe un importante margen de mejora en lo que se refiere a eficiencia energética, nuestro **consumo energético unitario es un 15% superior a la media de la UE-15.**

España está en el mismo nivel de consumo eléctrico por habitante que el Reino Unido, pese a que las condiciones climáticas son diferentes, ya que poseemos mayores horas de luz, lo que se debería traducir en un menor consumo energético, y pese a que tenemos un renta per cápita menor. En comparación con Italia, teniendo similares condiciones climáticas y de renta per cápita, el consumo eléctrico es mayor. Es por ello que se hace necesaria la redacción de un nuevo Plan con el objetivo de alcanzar los objetivos marcados por la Unión Europea.

El *Plan de Acción 2011-2020* constituye el segundo Plan Nacional de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética que, de acuerdo con el artículo 14 de *la Directiva 2006/32/CE*, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos, el Estado español deberá remitir a la Comisión Europea antes del 30 de junio de 2011. Este Plan de Acción ha sido aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de fecha 29 de julio de 2011, y da continuidad a los planes de ahorro y eficiencia energética anteriormente aprobados por el Gobierno español en el marco de la *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012* (E4), aprobada en noviembre de 2003.

Los planes de acción aprobados en el marco de la E4 han sido objeto de análisis y evaluación de acuerdo con las recomendaciones sobre los métodos de verificación y medida de los ahorros elaboradas por la Comisión Europea. Este nuevo plan de acción incluye, por tanto, una cuantificación de los ahorros de energía derivados de los *Planes de Acción 2005-2007 y 2008-2012*, aprobados, respectivamente, por Acuerdo de Consejo de Ministros de 8 de julio de 2005 y de 20 de julio de 2007.

El segundo de estos planes, el *Plan de Acción 2008-2012*, fue el remitido por el Estado español a la Comisión Europea como primer Plan Nacional de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética (NEEAP). En la medida en que aquel Plan de Acción 2008-2012 era la continuación del Plan 2005-2007, ambos dentro del marco de la E4 2004-2012, en este nuevo Plan se ha hecho una evaluación conjunta de los resultados en términos de ahorro de ambos planes (esta evaluación se incluye en documento aparte bajo el título <<*Metodología de cálculo de los ahorros derivados de los Planes de Acción de Eficiencia Energética 2005-2007 y 2008-2012: Análisis de resultados*>>).

En este nuevo Plan de Acción, sin embargo, se incluyen los principales resultados del cálculo de los ahorros de energía final en base 2007, tal como estableció la Comisión Europea en sus recomendaciones metodológicas, de manera que los ahorros derivados de medidas y actuaciones puestas en marcha con anterioridad a esta fecha no figurarán en este cómputo, aunque aparecerán reflejados en el documento aparte anterior, en el que figura el detalle de los ahorros calculados en base 2004 (año base de la E4 2004-2012) y

en base 2007 (año base propuesto por la Comisión Europea para la determinación de los ahorros derivados de los primeros planes de acción nacionales).

Los resultados anteriores, de manera conjunta con los objetivos propuestos en este Plan para el horizonte 2016 y 2020, se detallan en el Capítulo 2 de este nuevo Plan (Cap.2: *Ahorros de energía final y primaria: objetivos 2016 y 2020 y resultados 2010*). Tanto el cálculo de los ahorros alcanzados hasta 2010, como la propuesta de objetivos para 2016 y 2020 se ha realizado en términos de energía final y primaria: a pesar de que la Directiva 2006/32/CE sólo obliga a reportar en términos de energía final y para los sectores expresamente incluidos dentro de su ámbito de aplicación, este Plan se ha diseñado con un enfoque integral, incluyendo ahorros de energía final y primaria, en la medida en que pretende configurarse como una **herramienta central de la política energética** del Estado español.

La segunda parte del Plan está centrada en el análisis sectorial, para cada uno de los siguientes sectores: **Industria** (Cap. 7), Transporte (Cap. 8), Edificación y Equipamiento (Cap. 9), Servicios Públicos (Cap. 10), Agricultura y Pesca (Cap. 11) y Transformación de la Energía (Cap. 12). Para cada uno de estos sectores, se incluye una descripción de la situación actual y de las medidas puestas en marcha y las que se han planificado para posibilitar la consecución de los objetivos intermedios (hasta 2016) y generales (hasta 2020) en cada uno de los sectores; finalizando cada sector con una cuantificación de las inversiones privadas y apoyos gestionados por el sector público necesarios para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

### **7.1. Necesidad de un plan de acción**

Existen *tres motivos principales* [25] por los que se hace necesaria la redacción del nuevo Plan de Acción:

- El cumplimiento de la obligación de la *Directiva 2006/32/CE*, sobre el uso final de la energía y los servicios energéticos
- Garantizar el cumplimiento de los **objetivos 20-20-20** (20% de reducción del consumo energético – 20% de energía final con energías renovables – 20% de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>)
- La *continuidad de los planes nacionales anteriores* y la coherencia con la planificación energética contenida en la *Ley de Economía Sostenible*

### **7.2. Objetivos generales**

El objetivo del Plan de Acción 2011-2020 es alcanzar un ahorro global de energía final en el Sector Industria de 4.489 ktep en el año 2020, que, previsiblemente, será debido al efecto tecnológico y de eficiencia y al efecto estructural.

La evolución esperada del Sector Industria se presenta en la siguiente tabla, que pone de manifiesto una reducción media interanual de la intensidad energética del sector industrial, fijada como objetivo, del 2,5% en el período 2010-2020:



**Tabla 7.1. Objetivos Plan de Acción 2011-2020: Sector Industria**

	2016	2020
Consumo de Energía Final (ktoe)	26.034	25.777
Ahorro por efecto tecnológico y de eficiencia (ktoe)	1.969	4.194
Ahorro por efecto estructura-mix (ktoe)	519	295
Ahorro total (ktoe)	2.489	4.489
<b>Intensidad Energética (ktoe/M€2000)</b>	136	127

Fuente: Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 [7]

La evolución esperada de los consumos de energía final de las diferentes agrupaciones de actividad para el periodo 2010-2020 se estima que seguirá la tendencia iniciada en el año 2007, fundamentalmente, para la agrupación de actividad Minerales No Metálicos, si bien, en las agrupaciones de actividad Industria Química y Metalurgia y Productos Metálicos la tendencia marcada en el periodo 2007-2009 cambiará, en el periodo 2010-2020, debido a la recuperación de la producción.

Para las agrupaciones de actividad consideradas, la tasa de crecimiento medio anual de la intensidad energética (tep/M€2000), en el periodo 2010-2020, variará, previsiblemente, entre el 2% y el -4%, en promedio anual.

### **7.3. Medidas específicas en la industria**

En el nuevo Plan de acción existen 3 medidas específicas a seguir para conseguir los ahorros necesarios dentro del sector industrial. [7]

Los organismos responsables de la ejecución y seguimiento de las medidas son el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio/IDAE, en colaboración con las Comunidades Autónomas.

Estas medidas se dirigen a los titulares de todas las instalaciones industriales consumidoras de energía, incluyéndose todas las agrupaciones de actividad que integran el Sector Industria.

#### **1) Auditorías energéticas**

Se trata de un instrumento que hace posible el estudio detallado de los procesos productivos y de los equipos con mayor consumo energético dentro de una empresa. Por tanto, se podrá conocer el consumo de energía total de las instalaciones auditadas, así como conocer los excesos de consumo respecto al estándar energético del sector.

Tienen como objetivo determinar el potencial de ahorro energético de las empresas que la realizan, con el fin de facilitar la toma de decisiones de inversión en ahorro energético. Adicionalmente, determinan el punto de referencia de los procesos productivos auditados.



Para conseguir los objetivos previstos, la Administración Pública hace concesión de incentivos económicos para la realización de auditorías energéticas.

### *2) Mejora de la tecnología de equipos y procesos*

Con esta medida se pretende establecer los mecanismos necesarios para la implantación de las Mejoras Tecnológicas Disponibles (MTD), lo que supondrá establecer los apoyos necesarios para implantar nuevas tecnologías.

Los objetivos de esta medida son: minimizar el impacto sobre el consumo energético de los proyectos que se realicen; incorporar nuevas tecnologías, tanto de ahorro de energía como de utilización de nuevas materias primas y procesos productivos; y facilitar la viabilidad económica de las inversiones en ahorro energético dentro del sector industria, con la finalidad de alcanzar el potencial de ahorro identificado.

Además de los incentivos económicos con los que contaban las auditorías para hacer posible la consecución de los objetivos de ahorro previsto, en esta medida, se cuenta con mecanismos legislativos, con los que se establece un marco favorable para la consolidación e implantación de las mejoras tecnológicas pretendidas.

### *3) Implantación de sistemas de gestión energética*

La medida está encaminada al establecimiento de los mecanismos necesarios para la implantación de sistemas de gestión energética, con el fin de incorporar elementos de medición y control, así como sistemas de análisis de las variables que gobiernan los procesos productivos.

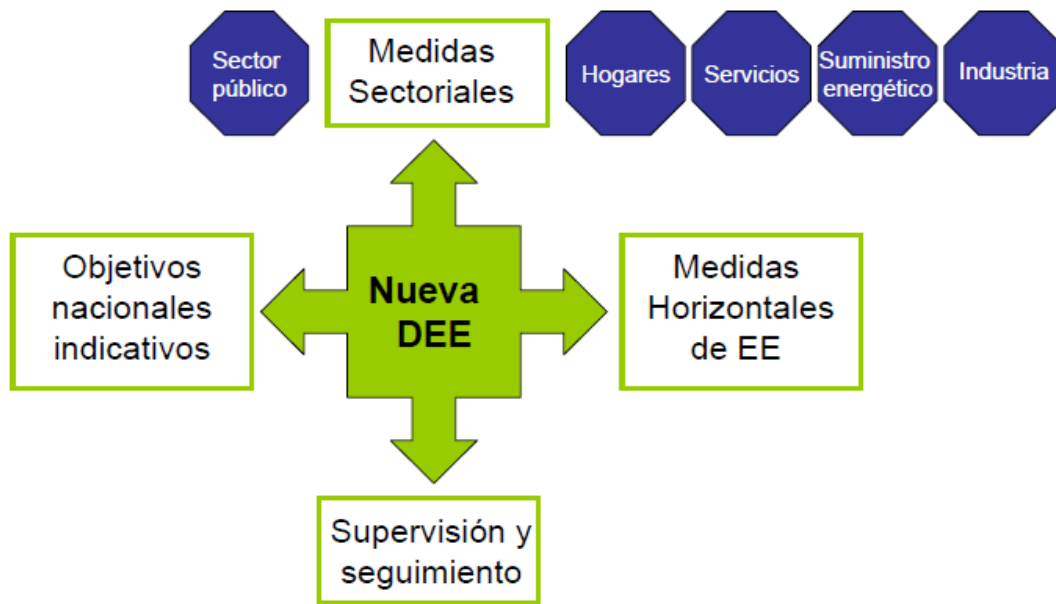
Los mecanismos de actuación que harán posible la consecución de los objetivos de ahorro previstos serán legislativos, proporcionando desarrollos normativos y reglamentarios suficientes para establecer un marco favorable para consolidar e implantar las mejoras tecnológicas que se pretenden.

## **8. Nueva Directiva Europea 2011/0172 (COD).**

Hasta esta Directiva existían progresos considerables en materia de eficiencia energética, pero se considera que hay un margen de mejora. El potencial de ahorro en el sector industrial con las medidas existentes previas a la nueva Directiva se estimaba en torno a los 40 Mtoe. Con las nuevas medidas este potencial aumenta según la Comisión en un 2%, cifra considerable debido a que la industria representa una parte importante del consumo final de energía (en España, aproximadamente el 30%).

Por lo que un nuevo impulso se consideraba necesario y la Comisión Europea ha trabajado en una nueva Directiva sobre eficiencia energética (DEE).

## Nueva DEE



Fuente: Nueva Directiva Europea 2011/0172 (COD) [5]

### 8.1. Motivación y objetivos de la propuesta.

Uno de los cinco objetivos principales que se han fijado los países de la Unión Europea es conseguir un ahorro del consumo de energía primaria del 20% para el año 2020 de manera que se produzca un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Las últimas estimaciones de la Comisión reflejan que solo se conseguirá la mitad de este objetivo. De manera que el Consejo europeo y el Parlamento Europeo han instado a la Comisión a que adopte nuevas medidas más ambiciosas para aprovechar el potencial de ahorro existente.

El 8 de Marzo de 2011, se presentó un nuevo Plan de Eficiencia Energética (PEE) en el que se establecen las medidas adoptadas para conseguir nuevos ahorros e impulsar de nuevo la eficiencia energética. Esta nueva Directiva hace vinculantes muchas de las medidas fundamentales propuestas en el nuevo Plan de Eficiencia Energética.

La nueva Directiva tiene como objetivo resolver el problema de la dependencia energética de los países importadores, ya que la mayoría de la energía primaria que se consume en la Unión Europea es importada, así como incidir en la lucha contra el cambio climático debido a las emisiones de CO<sub>2</sub>. La intención de la Comisión Europea es el poder ayudar a los ciudadanos, los entes públicos y la industria en la gestión de su consumo energético estableciendo un marco común para fomentar la eficiencia energética en la Unión Europea.

Esta nueva directiva se redacta con la finalidad de alcanzar el objetivo marcado para el año 2020, pero también va más allá de ese objetivo, pretendiendo fomentar la eficiencia energética en los años posteriores.

Se establecen requisitos mínimos, pudiendo cualquier Estado miembro mantener o adoptar medidas más estrictas, siempre que se notifique a la Comisión y sean compatibles con la legislación vigente en la Unión Europea.

En el año 2014, la Comisión evaluará los progresos y con ello la probabilidad de que se alcancen los objetivos marcados para 2020, lo que requiere una reducción del consumo de energía primaria de 368 Mtep en el total de la Unión. De resultar necesario se presentaría una nueva propuesta legislativa en materia de eficiencia energética

### **8.2. *Disposiciones en vigor***

El ámbito de aplicación de dos Directivas, la Directiva 2004/8/CE sobre la producción de calor y electricidad (PCCE) y la Directiva 2006/32/CE sobre servicios energéticos (SE), se solapa con el de la nueva propuesta. La aplicación de las dos anteriores no consiguió explotar lo suficiente el potencial de ahorro energético existente por lo que se derogan al entrar en vigor la nueva Directiva.

Otras disposiciones que se solapan con las de la nueva Directiva son el artículo 9, apartados 1 y 2, de la Directiva 2010/30/UE sobre el etiquetado energético, que también se derogan.

### **8.3. *Coherencia con otras políticas y objetivos de la Unión Europea.***

Esta nueva Directiva concuerda con la política climática de la Unión Europea y la complementa.

La reducción del consumo energético que pretende conseguir esta Directiva también debe ayudar a alcanzar los objetivos sobre la proporción del consumo de energía correspondiente a las fuentes de energía renovables, establecida en la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, en la que se fomenta el uso de estas energías.

#### **- El sector público**

Este sector representa una parte muy importante del PIB de la Unión Europea. Un 12% de los edificios pertenecen al sector público, teniendo en general una eficiencia energética baja. Una renovación económicamente eficiente de estos puede suponer según la Comisión en torno a un 60% de ahorro.

Una de las propuestas de la nueva Directiva es impulsar el uso de productos eficientes desde el punto de vista energético, mediante la licitación de bienes, servicios y edificios con alta eficiencia energética. También se tendrá que renovar anualmente un 3% de los edificios públicos de más de 250 m<sup>2</sup>, reduciéndose gradualmente el consumo de energía, lo que conllevaría la creación de 2 millones de puestos de trabajo en toda Europa hasta 2020, pues los sectores más implicados son el de la construcción y la renovación de edificios.

### - Hogares

Existe un gran potencial de ahorro en el sector residencial. El ciudadano carece de información completa y accesible sobre eficiencia energética, debido al lento desarrollo del mercado de servicios energéticos. Se están desarrollando tecnologías no adaptadas al consumidor como son los contadores y redes inteligentes.

Las Comisión insta a los países y a las empresas encargadas de la distribución de la energía a que mejoren la información que le llega a los consumidores. Se propone facilitar a los consumidores un acceso sencillo y gratuito con facturas claras, basadas en consumo y tiempo real, mediante contadores con lo que los usuarios podrán gestionar mejor su consumo de energía. Con esta propuesta los consumidores tendrán un mayor control sobre su consumo y se conseguirán ahorros energéticos por parte de los pequeños consumidores. Se espera que en 2020 el 80% de los contadores de electricidad de los hogares sean “inteligentes” y que nos permitan conocer nuestro consumo al momento.

### - Suministro energético

Actualmente se produce una regulación fragmentada e incentivos para aprovechar la energía residual. La cogeneración está siendo infrautilizada, pudiendo usarla consumiendo un 30% menos de combustible para generar una misma cantidad de energía. Las nuevas plantas de generación no disponen de las mejores tecnologías, es por ello que la Comisión considera necesarias una serie de medidas para ahorrar.

Existen diferentes propuestas de la nueva Directiva para el ahorro energético, tanto en la producción de energía, como en la transmisión y distribución de esta. Para la producción se propone el control, mediante inventarios, de los niveles de eficiencia de las nuevas instalaciones. También se establece la obligación de recuperar el calor residual (cogeneración) generado por las plantas generadoras (principalmente centrales nucleares y térmicas) y el establecer planes decenales de calefacción y refrigeración como base para tener unas infraestructuras eficientes, incluyendo la recuperación del calor industrial. Para la transmisión y distribución de la energía se establecen planes de eficiencia energética, principalmente la aprobación de las tarifas de red, lo que supone una mejora en la regulación de la energía por parte de las autoridades nacionales.

### - Industria

La industria representa una parte muy importante del consumo final de energía, situado en España en torno al 30% del total. Existen progresos importantes en materia de eficiencia energética, pero aún existe un margen de mejora.

Las propuestas de la Directiva para este sector van desde los incentivos para las PYME para que mejoren su eficiencia energética animándolas a realizar auditorías energéticas y difundiendo mejores prácticas, hasta las auditorías energéticas obligatorias para las grandes empresas con el objetivo de ayudarles a determinar sus posibilidades de reducir su consumo.



## 9. Presupuesto

**1-Autor:** Diego Sevilleja Aceituno

**2-Departamento:** Ingeniería Eléctrica

### 3-Descripción del Proyecto

**Título:** Eficiencia energética en el sector industrial

**Duración:** 6 meses

**Dedicación:** 20 horas/semana

### 4-Desglose Presupuestario

Trabajadores	Categoría	Coste
Diego Sevilleja Aceituno	Becario	500 €/mes

Equipos	Coste
Ordenador personal. Modelo: HP Pavilion dv6-6191es	800 €
Impresora HP Officejet Pro serie 8000	149 €
Consumibles (Papel, Tinta...)	100 €

### 5-Resumen de costes

	Coste
Personal	3.000 €
Equipos	1.049 €

<b>TOTAL</b>	<b>4.049 €</b>
--------------	----------------

## **10. Conclusiones.**

La energía es, y lo será cada vez más en el futuro, uno de los recursos más importantes para un mundo desarrollado tecnológicamente. Actualmente, nos encontramos con un problema de falta de sostenibilidad en nuestra sociedad, es por esto que cobra gran importancia la posibilidad de generar mecanismos de actuación que nos ayuden a afrontar este problema.

El aumento del consumo energético, unido a la escasez de los recursos energéticos de que disponemos, hará que la eficiencia energética adquiera un papel aún más relevante dentro de nuestra sociedad, de manera que podamos satisfacer las necesidades que tenemos en el presente, sin comprometer las futuras.

La tecnología es elemento fundamental en la mejora de la eficiencia de todas las etapas de la cadena de suministro de energía, necesarias para dar respuesta a los desafíos actuales del sector energético: seguridad de suministro, protección del medio ambiente, mejora de la competitividad y mantenimiento del progreso y del bienestar social.

La importancia de la reducción de los gases de efecto invernadero, representa un gran desafío en la lucha contra el cambio climático. Resulta imprescindible una revolución tecnológica, social y cultural que nos permita una reducción importante de estas emisiones.

Se hace necesaria una mayor aportación de las energías renovables al mix energético, en sustitución de fuentes de energía, más contaminantes y no renovables, como el petróleo o el carbón. Esta introducción de energías renovables ha contribuido en los últimos años a la mejora de la eficiencia, reduciendo el incremento de la dependencia energética del exterior y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, sigue existiendo el problema de las garantías de suministro de esta fuente de energía.

La correcta utilización de la energía, evitando consumir en exceso para obtener el mismo beneficio es ya uno de los objetivos principales dentro de las políticas de todos los países. Se requiere una apuesta política firme y decidida en materia energética que movilice y haga partícipes de la eficiencia energética a todos los agentes implicados: administración, regulación, empresas, consumidores. Entre estas apuestas, se encuentran los diferentes Planes de Acción desarrollados por el Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía, en colaboración con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y las propuestas de directivas sobre eficiencia energética de la Comisión Europea.

El hecho de reducir el consumo energético está relacionado directamente con el beneficio económico obtenido, siendo este beneficio el por qué de dicho consumo. Aunque de manera distinta, la eficiencia energética en una escala menor definida por el comportamiento de los ciudadanos, también está relacionada con estos factores. La mayor parte del uso indebido de la energía se debe a la falta de concienciación de los ciudadanos, debido al bajo coste de la energía. Las últimas subidas de los precios de la

energía, en especial de la electricidad y el petróleo, debido a la escasez de recursos energéticos, será un punto importante para que se vean reducidos los consumos.

Sin embargo existe la necesidad de diferenciar la eficiencia energética de la economía y relacionarla con otro tipo de factores como son las emisiones de GEI, el desarrollo sostenible o el cambio climático, lo que implicaría plantear una reducción del consumo energético como obligación para poder seguir disfrutando del mundo en el que nos encontramos.

Las mejoras de eficiencia energética de todos los procesos se presentan como la oportunidad de evitar mayores problemas en nuestro planeta. Estas mejoras deben ser conseguidas primordialmente en todos los sectores de nuestra sociedad, y en especial en los sectores más intensivos energéticamente, como es el caso de la industria

En el sector industrial, el consumo energético ha ido aumentando con el paso de los años, alcanzando un peso del 30% en el total del país, siendo el segundo sector con un mayor consumo, solo por detrás del sector Transporte. La aplicación de programas de eficiencia energética, puede ser útil para acercar el problema del consumo no racional de la energía dentro de las empresas. En el último Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, desarrollado por IDAE, se recogen las medidas necesarias a aplicar en cada sector.

Las medidas a tomar dentro del sector industrial, son las siguientes: realización de auditorías energéticas, la mejora de la tecnología de equipos y procesos, y la implantación de sistemas de gestión energética. Las conclusiones que se pueden obtener de este tipo de estudios permitirán descubrir procesos ineficientes, generar y evaluar acciones correctivas, y desarrollar mecanismos de control y seguimiento de estas acciones.

La construcción de indicadores energéticos nos sirve para evaluar las tendencias de la eficiencia energética a nivel macroeconómico y sectorial. El Índice ODEX construido por ODYSSEE y recogido en su base de datos nos aporta un indicador más certero y con el que poder hacer comparaciones entre subsectores. En esta memoria, mediante los datos recogidos en IDAE, ODYSSEE, MITYC e INE, se han recogido las estadísticas necesarias para realizar una comparativa de la situación española, tanto a nivel nacional de los subsectores, como a nivel europeo.

La evolución de los indicadores en los últimos años es favorable, con un descenso de las intensidades energéticas desde el año 2004, año en el que se empezaron a tomar medidas y políticas de ahorro y eficiencia energética. En el año 2009, debido a la recesión económica, la tendencia de estos indicadores cambia. Es complicado estimar el impacto de la crisis en esto, solo se podrá evaluar en el futuro.

Los resultados recogidos en este análisis, arrojan un elevado valor de la intensidad de la industria nacional causado principalmente por el aporte de la agrupación de actividad de Minerales no Metálicos, con una elevada representación en el consumo energético del sector —cerca de un 22% del consumo total de la industria—, y por el contrario, su



reducida aportación al Valor Añadido Bruto de dicho sector. Esta rama de la industria, y en concreto la producción cementera, se encuentra ligada al sector de la construcción, que a diferencia de otros países de nuestro entorno, presenta gran importancia en la estructura productiva de la industria española.

El análisis comparativo con la Unión Europea de la intensidad energética industrial revela unos valores superiores a la media, cuya estructura tiende a la integración de ramas menos intensivas como las ligadas a los bienes de equipo. Esto explica una tendencia a la mejora de la intensidad global de la industria europea, favorecida por cambios estructurales de la industria manufacturera, circunstancia que encuentra mayor resistencia en la industria nacional.

La realización de este Proyecto Fin de Carrera me ha servido para conocer más acerca del problema actual que sufrimos con esta crisis, tanto económica, como de recursos energéticos. Pienso que adoptando las medidas necesarias, evolucionando tecnológicamente y produciendo una concienciación de los principales consumidores de energía, podremos alcanzar los objetivos que nos propongamos, e incluso superarlos. Dentro de este mundo tecnificado en el que nos encontramos y en el que se tiende a un mayor consumo, la eficiencia energética se puede convertir en nuestra “fuente de energía” más importante en un futuro no muy lejano.



## 11. Referencias bibliográficas.

- [1] <http://www.ingenieriaeficiente.cl/> Accedido en diciembre 2011
- [2] AEDENAT, CODA, CS de CCOO & UGT (1998) *Ante el cambio climático, menos CO2* <http://www.ccoo.es/comunes/temp/recursos/1/206.pdf>  
Accedido en diciembre 2011
- [3] <http://www.ingenieriaeficiente.cl/maspormenos/>  
Accedido en diciembre 2011
- [4] Club Español de la Energía: “Conceptos de ahorro y eficiencia energética: Evolución y oportunidades”. Green Printing, S.L. ISBN: 978-84-613-8370-2. Marzo 2010
- [5] Directiva Europea 2011/0172 (COD) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0370:FIN:EN:PDF>  
Accedido en diciembre 2011
- [6] [http://www.revista-anales.es/web/n\\_4/seccion\\_9\\_1.html](http://www.revista-anales.es/web/n_4/seccion_9_1.html)  
Accedido en diciembre 2011
- [7] IDAE: “Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020”  
<http://www.idae.es/index.php/id.663/mod.pags/mem.detalle>  
Accedido en diciembre 2011
- [8] [http://www.proenergiasac.com/panel\\_097/upload/arch/1335147045.pdf](http://www.proenergiasac.com/panel_097/upload/arch/1335147045.pdf)  
Accedido en diciembre 2011
- [9] Energy Efficiency Indicators in Europe <http://www.odyssee-indicators.org/>  
Accedido en diciembre 2011
- [10] Red Eléctrica de España (balances energéticos) [www.ree.es](http://www.ree.es)  
Accedido en diciembre 2011
- [11] [http://www.sinceo2.com/auditoria\\_energetica.html](http://www.sinceo2.com/auditoria_energetica.html)  
Accedido en diciembre 2011
- [12] [http://www.prien.cl/documentos/caract\\_pot\\_ener\\_sectores.pdf](http://www.prien.cl/documentos/caract_pot_ener_sectores.pdf)  
Accedido en diciembre 2011
- [13] Asociación Española de la Cogeneración <http://www.acogen.org/>  
Accedido en diciembre 2011
- [14] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio <http://www.mityc.es/>  
Accedido en diciembre 2011
- [15] <http://es.scribd.com/doc/2553283/INFORME-BRUNDTLAND>  
Accedido en diciembre 2011
- [16] Raymond Chang, 2002. Ed. Mc Graw-Hill Interamericana. ISBN 970-10-3894-0



- [17] Instituto Nacional de Estadística <http://www.ine.es>  
Accedido en diciembre 2011
- [18] IDAE: “Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2005-2007”  
[http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Documents/E4\\_DocResumen.pdf](http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/Documents/E4_DocResumen.pdf)  
Accedido en diciembre 2011
- [19] IDAE: “Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2012”  
<http://www.idae.es/index.php/id.67/reلمenu.331/mod.pags/mem.detalle>  
Accedido en diciembre 2011
- [20] <http://www.elblogsalmon.com/indicadores-y-estadisticas/que-es-el-producto-interior-bruto>  
Accedido en diciembre 2011
- [21] [http://www.mityc.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/357/14\\_ManuelMontes\\_357.pdf](http://www.mityc.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/357/14_ManuelMontes_357.pdf)  
Accedido en diciembre 2011
- [22] IDAE: “Plan de Energías Renovables 2011-2020”  
<http://www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/reلمcategoria.1153/id.501/reلمmenu.12>  
Accedido en diciembre 2011
- [23] <http://knol.google.com/k/atlas-evolucion-de-la-poblacion-mundial-entre-los-a%C3%B1os-2010-y-2050#>  
Accedido en diciembre 2011
- [24] <http://es.wikipedia.org/wiki/BRIC>  
Accedido en diciembre 2011
- [25] Instituto para el Ahorro y la Diversificación de la Energía [www.idae.es](http://www.idae.es)  
Accedido en diciembre 2011
- [26] [http://www.revistadelaenergia.es/\\_n234736\\_1031\\_Espana-se-compromete-en-Bruselas-a-reducir-un-2-su-intensidad-energetica.html](http://www.revistadelaenergia.es/_n234736_1031_Espana-se-compromete-en-Bruselas-a-reducir-un-2-su-intensidad-energetica.html)  
Accedido en diciembre 2011
- [27] <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/k/kelvin.htm>  
Accedido en diciembre 2011
- [28] Comisión Europea [ec.europa.eu/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/index_es.htm)  
Accedido en diciembre 2011
- [29] Comisión Europea: COM (2010). “Europa 2020” [http://ec.europa.eu/commission\\_2010-2014/president/news/documents/pdf/20100303\\_1\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/commission_2010-2014/president/news/documents/pdf/20100303_1_es.pdf)  
Accedido en diciembre 2011
- [30] Agencia Europea de Medioambiente [www.eea.europa.eu/es/publications](http://www.eea.europa.eu/es/publications)  
Accedido en diciembre 2011

- [31] [http://www.elpais.com/articulo/portada/petroleo/sangre/guerra/elpepuculbab/20111029elpbabpor\\_6/Tes](http://www.elpais.com/articulo/portada/petroleo/sangre/guerra/elpepuculbab/20111029elpbabpor_6/Tes)  
Accedido en diciembre 2011
- [32] Empresa energética BP                      [www.bp.com](http://www.bp.com)                      Accedido en diciembre 2011
- [33] International Energy Agency    [www.iea.org/stats/index.asp](http://www.iea.org/stats/index.asp)  
Accedido en diciembre 2011
- [34] International Monetary Found                      [www.imf.org/external/data.htm](http://www.imf.org/external/data.htm)  
Accedido en diciembre 2011
- [35] Gas Natural FENOSA: “Manual de Eficiencia energética: España”  
[http://www.gasnaturalfenosa.es/servlet/ficheros/1297092541194/181%5C968%5CManuaIEE\\_Espa%C3%B1a\\_GrandesClientes\\_ES,2.pdf](http://www.gasnaturalfenosa.es/servlet/ficheros/1297092541194/181%5C968%5CManuaIEE_Espa%C3%B1a_GrandesClientes_ES,2.pdf)  
Accedido en diciembre 2011
- [36] Base de datos estadísticos de la UE                      <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>  
Accedido en diciembre 2011
- [37] <http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/Paginas/certificacion.aspx>  
Accedido en diciembre 2011
- [38] [http://www.mityc.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/Paginas/presentaciones\\_sectoriales.aspx](http://www.mityc.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/Paginas/presentaciones_sectoriales.aspx)  
Accedido en diciembre 2011
- [39] OFICEMEN: Memoria anual estadística 2009                      [www.oficemen.com](http://www.oficemen.com)  
Accedido en diciembre 2011
- [40] [http://www.euribor.us/causas\\_crisis\\_economica.php](http://www.euribor.us/causas_crisis_economica.php)  
Accedido en diciembre 2011
- [41] World Energy Council (2004) *Energy Efficiency: A Worldwide Report. Indicators, Policies, Evaluation.* Informe del Consejo Mundial de la Energía en colaboración con ADEME Julio 2004
- [42] Association of European Energy Efficiency Agency                      [www.enr-network.org/](http://www.enr-network.org/)  
Accedido en diciembre 2011
- [43] Directiva Europea 2006/32/CE  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:ES:PDF>  
Accedido en diciembre 2011
- [44] IDAE: “Informe anual de Indicadores Energéticos. Año 2009”  
[http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_Informe\\_indicadores\\_energeticos\\_detalle\\_2\\_nivel\\_2009\\_280311\\_e40035f2.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Informe_indicadores_energeticos_detalle_2_nivel_2009_280311_e40035f2.pdf)  
Accedido en diciembre 2011
- [45] Enerdata.                      <http://services.enerdata.net/user>                      Accedido en diciembre 2011

## **A. ÍNDICE DE GRÁFICOS**

	<b><u>Pág.</u></b>
<b>Gráfico 3.1.</b> Importaciones en Europa.....	20
<b>Gráfico 3.2.</b> Emisiones de gases de efecto invernadero en 2010.....	20
<b>Gráfico 3.3.</b> Consumo mundial de energía primaria en 2010.....	21
<b>Gráfico 3.4.</b> Reservas de petróleo en 2010.....	21
<b>Gráfico 3.5.</b> Reservas de gas en 2010.....	22
<b>Gráfico 3.6.</b> Población mundial en 2010.....	22
<b>Gráfico 3.7.</b> Distribución del consumo de energía primaria en China.....	23
<b>Gráfico 4.1.</b> Consumo de energía por sectores en España.....	25
<b>Gráfico 4.2.</b> Consumo de los subsectores industriales en España (2010).....	31
<b>Gráfico 4.3.</b> VAB de los subsectores industriales en España (2010).....	32
<b>Gráfico 6.1.</b> Variación interanual del Producto Interior Bruto español.....	53
<b>Gráfico 6.2.</b> Consumo de energía primaria en España (ktoe).....	54
<b>Gráfico 6.3.</b> Intensidad de energía primaria en los países de la UE.....	55
<b>Gráfico 6.4.</b> Intensidad de energía primaria a ppa (UE27 referencia).....	56
<b>Gráfico 6.5.</b> Consumo de energía final en España.....	57
<b>Gráfico 6.6.</b> Intensidad de energía final en los países de la UE.....	68
<b>Gráfico 6.7.</b> Tendencias de las intensidades de energía primaria y final en España.....	59
<b>Gráfico 6.8.</b> Intensidad de energía final a ppa (UE27 referencia).....	59
<b>Gráfico 6.9.</b> Evolución de la actividad industrial.....	61
<b>Gráfico 6.10.</b> Principales indicadores en el Sector Industria.....	61
<b>Gráfico 6.11.</b> Intensidad energética en España y la UE: Sector Industria.....	63
<b>Gráfico 6.12.</b> Evolución de la intensidad energética Base 2007.....	67
<b>Gráfico 6.13.</b> Consumos unitarios de energía de las ramas más intensivas.....	69
<b>Gráfico 6.14.</b> Consumo específico de energía de la industria Minerales no metálicos...	70

## **Pág.**

<b>Gráfico 6.15.</b> Prueba de referencia del consumo específico de energía en la industria Minerales no Metálicos.....	70
<b>Gráfico 6.16.</b> Consumo específico por tonelada de cemento.....	71
<b>Gráfico 6.17.</b> Consumo específico de energía de la industria siderúrgica.....	71
<b>Gráfico 6.18.</b> Consumo específico función de la proporción de acero eléctrico.....	72
<b>Gráfico 6.19.</b> Consumo específico de energía de la industria del papel.....	72
<b>Gráfico 6.20.</b> Consumo específico por tonelada de papel.....	73
<b>Gráfico 6.21.</b> Ratio de producción pulpa/papel en países de la Unión Europea.....	73
<b>Gráfico 6.22.</b> Consumo unitario por tonelada de papel.....	74
<b>Gráfico 6.23</b> Progreso de Eficiencia Energética Global (ODEX) en Europa.....	75
<b>Gráfico 6.24.</b> ODEX global y de la industria en España.....	76
<b>Gráfico 6.25.</b> ODEX de la industria en Europa y España. ODEX subsectores de la industria en España.....	76

## **B. ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 2.1.</b> Ejemplo práctico de ahorro tras una Auditoria energética.....	11
<b>Tabla 2.2.</b> Unidades de medida de energía.....	17
<b>Tabla 2.3.</b> Prefijos del sistema internacional y unidades.....	17
<b>Tabla 6.1.</b> Tendencias de las Intensidades energéticas en España.....	58
<b>Tabla 6.2.</b> Evolución del consumo de energía final e IPI: Sector Industria.....	62
<b>Tabla 6.3.</b> Intensidad Energética (tep/M€2000).....	62
<b>Tabla 6.4.</b> Evolución del consumo de energía final en el periodo 2004-2010.....	64
<b>Tabla 6.5.</b> Evolución del consumo de energía, por agrupaciones de actividad.....	65
<b>Tabla 6.6.</b> Evolución del Valor Añadido Bruto del sector Industria (2004-2010).....	66
<b>Tabla 6.7.</b> Variación IPI Base 2005 periodo 2007-2010.....	66
<b>Tabla 6.8.</b> Evolución de la intensidad final, por agrupaciones de actividad.....	67
<b>Tabla 7.1.</b> Objetivos Plan de Acción 2011-2020: Sector Industria.....	79